

UCH-FC
@. Ambiental
D443
C.1



ACREDITACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE TOMA DE MUESTRA EN AGUAS CRUDAS, RESIDUALES Y POTABLE

Seminario de Título

entregado a la

Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile

en cumplimiento parcial de los requisitos

para optar al título de



QUÍMICO AMBIENTAL

Johanna Araceli Díaz Márquez

Director de Seminario de Título: Leticia Vargas Guerra

Profesor Patrocinante: María Inés Toral Ponce

Diciembre, 2007

**FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE CHILE**

**INFORME DE APROBACIÓN
SEMINARIO DE TÍTULO**

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile que el Seminario de Título presentado por la alumna

Johanna Araceli Díaz Márquez

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación del Seminario de Título como requisito para optar al título de Químico Ambiental

COMISIÓN

Director Seminario de Título

Ing. Leticia Vargas G.

Profesor patrocinante

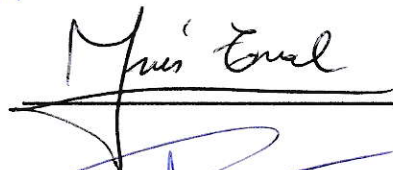
Prof. María Inés Toral P.

Comisión de Evaluación

Dr. Pablo Richter D.

Dr. Mauricio Isaacs C.











ANTECEDENTES DEL ALUMNO



JOHANNA ARACELI DÍAZ MÁRQUEZ

Antecedentes personales

Cédula de Identidad: 14.176.877-8

Fecha de Nacimiento: 18 de Junio de 1981.

Estado Civil: Soltera

Nacionalidad: Chilena

Dirección: Pasaje Las Heladas # 1942 Villa San Carlos, Puente Alto.

Teléfono: 8496382

Correo electrónico: jovi.araceli@gmail.com

Antecedentes Académicos

Enseñanza Básica: completa.

- 1987-1991 Colegio Santa Margarita de Escocia, Santiago, 1° a 5° básico.
- 1992 Colegio Nuestra Señora del Huerto, Santiago, 6° básico.
- 1993-1994 Colegio Santa Margarita de Escocia, Santiago, 7° a 8° básico.

Enseñanza Media: completa.

- 1995-1998 Colegio Santa Margarita de Escocia, Santiago, 1º a 4º medio.

Educación superior:

- 1999-2005 Licenciatura en Ciencias Ambientales con mención en Química. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

Investigación:

- 2003-2005. Unidad de Investigación: "Construcción de un espectrofotómetro portátil de absorción". Laboratorio de Luminiscencia y Estructura Molecular, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.



DEDICATORIA



Dedicada a mi madre y a mi hermana.

ÍNDICE



	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo General	4
2.2 Objetivos Específicos	4
III. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	5
3.1 Acreditación	5
3.2 Norma NCh 2404	11
3.2.1 Alcance	12
3.2.2 Definiciones	12
3.2.3 Requisitos Administrativos	13
3.2.4 Independencia, Imparcialidad e Integridad	13
3.2.5 Confidencialidad	14
3.2.6 Organización y Gestión	14
3.2.7 Sistema de Calidad	15
3.2.8 Personal	18
3.2.9 Instalaciones y Equipos	19
3.2.10 Métodos y Procedimientos de Inspección	20
3.2.11 Manipulación de Muestras e Ítems de Inspección	21
3.2.12 Registros	21
3.2.13 Informes de Inspección y Certificados de Inspección	21



3.3 Normativa de Calidad de Aguas	22
3.4 Clasificación de los Tipos de Aguas	27
3.5 Actividades de Toma de Muestras en Aguas	30
3.6 Procedimientos de Control	36
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	38
4.1 Materiales	38
4.1.1 Normativa Vigente	38
4.1.2 Equipos y Materiales de Muestreo	40
4.1.3 Preservantes Químicos	41
4.2 Métodos	42
4.2.1 Aplicación de las Normas para la Elaboración de la Documentación	42
4.2.2 Visitas a Terreno	43
4.2.3 Análisis de las Muestras	44
4.2.4 Implementación del Laboratorio	44
V.- RESULTADOS	46
5.1 Descripción de los Documentos Realizados	46
5.1.1 Procedimientos Documentados	47
5.1.2 Instructivos	50
5.1.3 Registros	51
5.1.4 Manual de la Calidad	54
5.1.5 Plan de la Calidad	61
5.2 Implementación del Laboratorio	67
5.2.1 Dependencias	67
5.2.2 Adquisición de Equipos y Materiales	68

5.3 Muestreo	73
VI.- DISCUSIÓN	83
VII.- CONCLUSIONES	87
VIII.-BIBLIOGRAFÍA	89
ANEXOS	93
ANEXO. Metodologías de Análisis y Límites de Detección.	94



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Normas utilizadas en la elaboración de los procedimientos documentados	42
Tabla 2. Envases según normativa chilena	72
Tabla 3. Resultados obtenidos del análisis de una muestra de RIL	78
Tabla 4. Resultados obtenidos del análisis de una muestra de aguas servidas	80
Tabla 5. Resultados obtenidos del análisis de una muestra de agua potable	81
Tabla 6. Norma NCh-409/1: Agua par Fines de Consumo Humano	94
Tabla 7. Norma NCh 1333: Agua para Fines de Riego	95
Tabla 8. D.S. N° 90 Tabla 1: Análisis de Residuos Líquidos Descargados a Cuerpos de Aguas Fluviales	97
Tabla 9. D.S. N° 46 Tabla 1: Análisis de Residuos Líquidos Descargados a Aguas Subterráneas	98



ÍNDICE DE FIGURAS



	Pág.
Figura 1. Etapas del proceso de acreditación	10
Figura 2. Jerarquía típica de la documentación del SGC	15
Figura 3. Sistema de control de documentos	17
Figura 4. Jerarquía jurídica	22
Figura 5. Caracterización de los tipos de agua	27
Figura 6. Tipos de muestreo o muestras de acuerdo al movimiento del agua	31
Figura 7. Diagrama resumen de la normativa chilena utilizada	39
Figura 8. Esquema de la documentación de calidad	46
Figura 9. Mapa de procesos de las actividades de toma de muestras en aguas	55
Figura 10. Organigrama general del área de monitoreo	56
Figura 11. Referencias cruzadas para la gestión de calidad	59
Figura 12. Referencias cruzadas para la gestión comercial, de compras y operativa	60
Figura 13. Diagrama causa – efecto de las actividades de toma de muestras en aguas	62
Figura 14. Definición de equipos para los distintos tipos de agua considerados	69

LISTA DE ABREVIATURAS



A y G:	Aceites y grasas.
° C:	Grado Celsius.
CIMM T&S S. A.:	Centro de Investigación Minera Metalúrgica Tecnologías y Servicios Sociedad Anónima.
DBO ₅ :	Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días y a 20 °C.
EDTA:	Ácido etilendiaminotetraacético.
EN:	Norma Europea.
GPS:	Global Positioning System (Sistema de posicionamiento global)
INN:	Instituto Nacional de Normalización.
ISO:	International Organization for Standardization.
mg:	Miligramo
NCh:	Norma Chilena.
NKT:	Nitrógeno total Kjeldahl.
NMP:	Número más probable.
NTA:	Ácido nitrilotriacético.
NTU:	Unidad Nefelométrica Total.
ORP:	Potencial de Óxido-Reducción.
PE:	Poder Espumógeno.
PTAS:	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.
RCA:	Resolución de Calificación Ambiental.
SGC:	Sistema de Gestión de Calidad.
SI:	Sistema Internacional.

SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios.

SST: Sólidos Suspendidos Totales.



RESUMEN

El Área de Monitoreo Ambiental de CIMM T&S S.A. busca conseguir la acreditación de las actividades de toma de muestras en aguas crudas, residuales y potables, considerando también las instalaciones necesarias, equipamiento, documentación del sistema y requisitos del personal, entre otros. La acreditación se realiza mediante la aplicación de la Norma Chilena NCh 2404. Of 1997 EN 45004 "Criterios generales para la operación de organismos de inspección".

Para llevar a efecto la acreditación se implementó un laboratorio con el equipamiento para el muestreo en CIMM T&S S.A., necesarios para la correcta ejecución de los muestreos, cumpliendo con los requisitos establecidos en la normativa vigente referida al tema, para la toma de muestras en los distintos tipos de agua.

También se implementó el sistema de gestión de calidad (SGC) en el laboratorio de monitoreo en aguas para garantizar la validez de los resultados y prevenir errores, para lo cual se elaboró la documentación de calidad, incluyendo:

- Procedimientos e instructivos documentados,
- Especificaciones,
- Registros,
- Manual de la calidad y
- Plan de aseguramiento de la calidad.

Una vez terminada la documentación y la implementación del laboratorio, se solicitará la acreditación al Sistema Nacional de Acreditación del Instituto Nacional de Normalización, el que se encargará de verificar mediante auditoría, el comportamiento de los muestreos en terreno, asegurándose de este modo que se ha seguido lo planificado en la documentación del sistema de gestión de la calidad.

ABSTRACT

The area of environmental sampling of CIMM T&S S.A. looks for to get the accreditation of the sampling activities in crude, residual and potable waters, also considering the facilities, equipment, documentation of the system and requirements of the personnel necessary, among others. The accreditation is made by through of the application of Chilean Norm (NCh 2404 Of. 1997 IN 45004 "General Criteria for the Operation of Inspection Organism")

In order to take to effect the accreditation it implemented a laboratory with the equipment for the sampling in CIMM T&S S.A., necessary for the correct execution of the sampling, fulfillment with the requirements established in the referred effective norm to the subject for the taking of samples in the different types from water.

Also it implemented the quality management system (QMS) in the laboratory of sampling in waters to guarantee the validity of the results and of preventing errors for which it elaborated the documentation of quality, including:

- Procedures and documented instructive,
- Specifications,
- Registries,
- Quality Manual and
- Quality Assurance Plan.

Once the documentation and the implementation of the laboratory, the accreditation to the National System of Accreditation of the National Institute of Normalization was asked for in this way, the one that was in charge to verify by means of audit, the behavior of the land samplings, making sure that the planned thing in the documentation of the system of management of the quality has been followed.

I. INTRODUCCIÓN

El aseguramiento de la calidad permite a un laboratorio demostrar que tiene las instalaciones, equipos y competencias apropiados para efectuar la toma de muestras y que dispone de personal calificado para efectuar los servicios. Las prácticas de aseguramiento de la calidad, incluyendo la acreditación, garantizan que los resultados son válidos y aptos para el propósito de las actividades y permite prever errores operacionales (21).

Para conseguir la acreditación de las actividades de toma de muestras en aguas, se elaboró la documentación del sistema de gestión de la calidad establecidas en la Norma Chilena NCh 2404.Of 1997 EN 45004 "Criterios generales para la operación de organismos de inspección". La documentación de calidad considera:

- Procedimientos documentados.
- Instrucciones de trabajo.
- Registros.
- Plan de aseguramiento de la calidad.
- Manual de la calidad.
- Plan de muestreo.

Esta documentación se elaboró en función de la normativa chilena vigente referida al muestreo en aguas y a gestión de calidad.

La acreditación se concederá después de someter al laboratorio, personal y actividades de toma de muestras en aguas a una evaluación por el Sistema Nacional de Acreditación del Instituto Nacional de Normalización, con la finalidad de verificar el comportamiento de los muestreos en terreno asegurando que se siguen los procedimientos documentados e instrucciones de trabajo, además de llenar los registros de las actividades realizadas, y cumplir con lo establecido en el plan de aseguramiento de la calidad y en el manual de calidad. Antes de someterse a una auditoría por el Sistema Nacional de Acreditación del Instituto Nacional de Normalización, será necesario efectuar una auditoría interna para verificar la operación real de la organización.

Con la acreditación de las actividades de toma de muestra en aguas se logrará la evaluación de éstas según requisitos establecidos en las normas chilenas oficiales y normativa nacional, proporcionando confianza y credibilidad en los resultados obtenidos.

En la toma de muestras de calidad de aguas se considerarán las siguientes matrices:

- Agua Crudas (Aguas subterráneas y superficiales)
- Aguas Residuales (RILes y Aguas Servidas)
- Agua Potable.

Las aguas crudas son aquellas que no han recibido ningún tipo de tratamiento, en las cuales se distinguen las aguas superficiales y las subterráneas.

El agua potable corresponde a aquella que cumple con los requisitos establecidos en la NCh 409/1. Of84 para parámetros microbiológicos, de turbiedad, químicos, radiactivos, organolépticos y de desinfección, que aseguren su inocuidad y aptitud para el consumo humano.

Las aguas residuales son las aguas que se descargan después de haber sido usadas en un proceso o producidas por éste y que no tienen ningún valor inmediato para dicho proceso, se considerarán como tales los RILes (residuos industriales líquidos) y las aguas servidas (aguas grises y aguas negras) (10).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Acreditar las actividades de toma de muestras en aguas crudas, residuales y potables.

2.2 Objetivos Específicos

- Formar y acreditar inspectores encargados de realizar las actividades de toma de muestras en aguas.
- Conseguir la acreditación de las actividades de toma de muestras en aguas, establecido en el Sistema de Gestión de la Calidad.
- Definir los requisitos de infraestructura para el desarrollo de las actividades cumpliendo con las exigencias de la normativa chilena respectiva.
- Establecer y documentar el Sistema de Gestión de la Calidad para lo cual se elaboró toda la documentación, en especial los procedimientos documentados para las actividades de toma de muestras en los distintos tipos de aguas, incluyendo la selección, el plan de muestreo, extracción y preservación de una muestra, transporte y manejo de las muestras una vez recolectadas.

III. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1 Acreditación

El aseguramiento de la calidad permite a un laboratorio demostrar que tiene las competencias para efectuar la toma de muestras y que el trabajo es realizado por personal calificado. El laboratorio debe demostrar sus competencias ante un organismo oficial experto con el fin de obtener un respaldo independiente de su sistema de calidad, esta evaluación y reconocimiento se conoce como acreditación (21).

Los organismos buscan lograr la acreditación para demostrar su competencia, asegurar confiabilidad del muestreo, proporcionar credibilidad y aceptación, de este modo, prever y eliminar errores. Para conseguir la acreditación es necesario cumplir con requisitos establecidos en la normativa chilena correspondiente al tema.

Los beneficios generados por la acreditación(26) son:

- Dar confianza en los resultados de ensayos, muestreos e inspecciones efectuados por laboratorios y organismos acreditados.
- Mejorar las relaciones cliente-proveedor.
- Mejorar la competitividad.

El proceso para obtener la acreditación de la toma de muestras, involucra las siguientes etapas (24):

- Compra de bases de postulación. Se adquieren en las oficinas del INN, junto con el formulario de postulación F-418.
- Postulación (Solicitud y Antecedentes). Se presenta la solicitud de postulación con el formulario correspondiente y antecedentes que se solicitan, en conjunto con una copia controlada del Manual de Calidad, pagando un arancel correspondiente a la revisión documental.
- Evaluación (Revisión Solicitud y Antecedentes). La solicitud y antecedentes son revisados por la División de Acreditación del INN, la cual designará un profesional a cargo.
- Informe de evaluación. El profesional enviará un informe de la revisión documental en un plazo máximo de 25 días hábiles a partir de la recepción. Si la revisión documental es satisfactoria, se informa al organismo postulante junto con el plan de auditoría.
- Auditoría. Una vez levantadas las no conformidades de la revisión documental, la división de acreditación enviará el plan de auditoría con una antelación de 10 días hábiles. Las acciones correctivas de las no conformidades pendientes se verificarán durante la auditoría.

La auditoría en terreno se efectúa en la fecha establecida en el plan de auditoría, para lo cual el organismo postulante deberá estar operando normalmente y haber efectuado una auditoría interna para evaluar su operación real.

- Informe de auditoría. Al término de la auditoría se efectuará una reunión en la que se dará a conocer el informe de ésta a los representantes del organismo auditado.

- Aprobación del consejo del INN. La división de acreditación citará al comité de evaluación para revisar el informe de auditoría y los demás antecedentes del proceso de acreditación.

En caso de ausencia de no conformidades en el informe de auditoría, el comité de evaluación recomendará la acreditación del postulante al comité de acreditación.

Si existen no conformidades, el comité de evaluación deberá calificarlas en críticas, mayores o menores. Dependiendo del número y tipo de no conformidades, el comité deberá definir el plazo máximo para la solución de éstas y solicitar al postulante un plan de acciones correctivas.

Una vez recibida la respuesta del postulante respecto a la solución de las no conformidades, la división de acreditación verificará las evidencias y evaluará la eficacia de las acciones correctivas, a través de la documentación recibida o de una auditoría de levantamiento de no conformidades.

- **Acreditación.** Cuando se hayan levantado todas las no conformidades la división de acreditación presentará un informe al comité de acreditación, adjuntando los antecedentes necesarios para decidir la acreditación del postulante.

El INN debe enviar el Acta de Compromiso para que sea firmada por la organización acreditada que debe ser devuelta al INN a la brevedad, para que sea firmada por el Director Ejecutivo.

El INN enviará, en un plazo no mayor de 10 días hábiles, al organismo acreditado los certificados que evidencian la acreditación y el acta de compromiso firmada.

El certificado identificará el organismo y el área acreditada, sede, dirección, alcance, fecha de otorgamiento de la acreditación y la vigencia de ésta. En el reverso del certificado o en un anexo se indicará el alcance de la acreditación.

- **Mantenimiento de la acreditación.** La acreditación de un organismo será otorgada por un período de tres años, pudiendo renovarse al cabo de dicho período. Una vez al año se efectuará una auditoría de seguimiento u otra forma de supervisión al organismo acreditado y en caso que se detecten no conformidades que afecten considerablemente una actividad en particular, la acreditación será suspendida hasta que se demuestre que se han solucionado.

Antes de finalizado el período de la acreditación se puede solicitar la renovación de ésta, para lo cual se deberá realizar una auditoría verificando el cumplimiento de los requisitos bajo los cuales se otorgó la acreditación.

También se puede optar a una ampliación en la acreditación, para lo cual el solicitante debe indicar las actividades para las cuales solicita la ampliación.

A continuación se presenta un esquema que resume las etapas a seguir durante el proceso de acreditación:

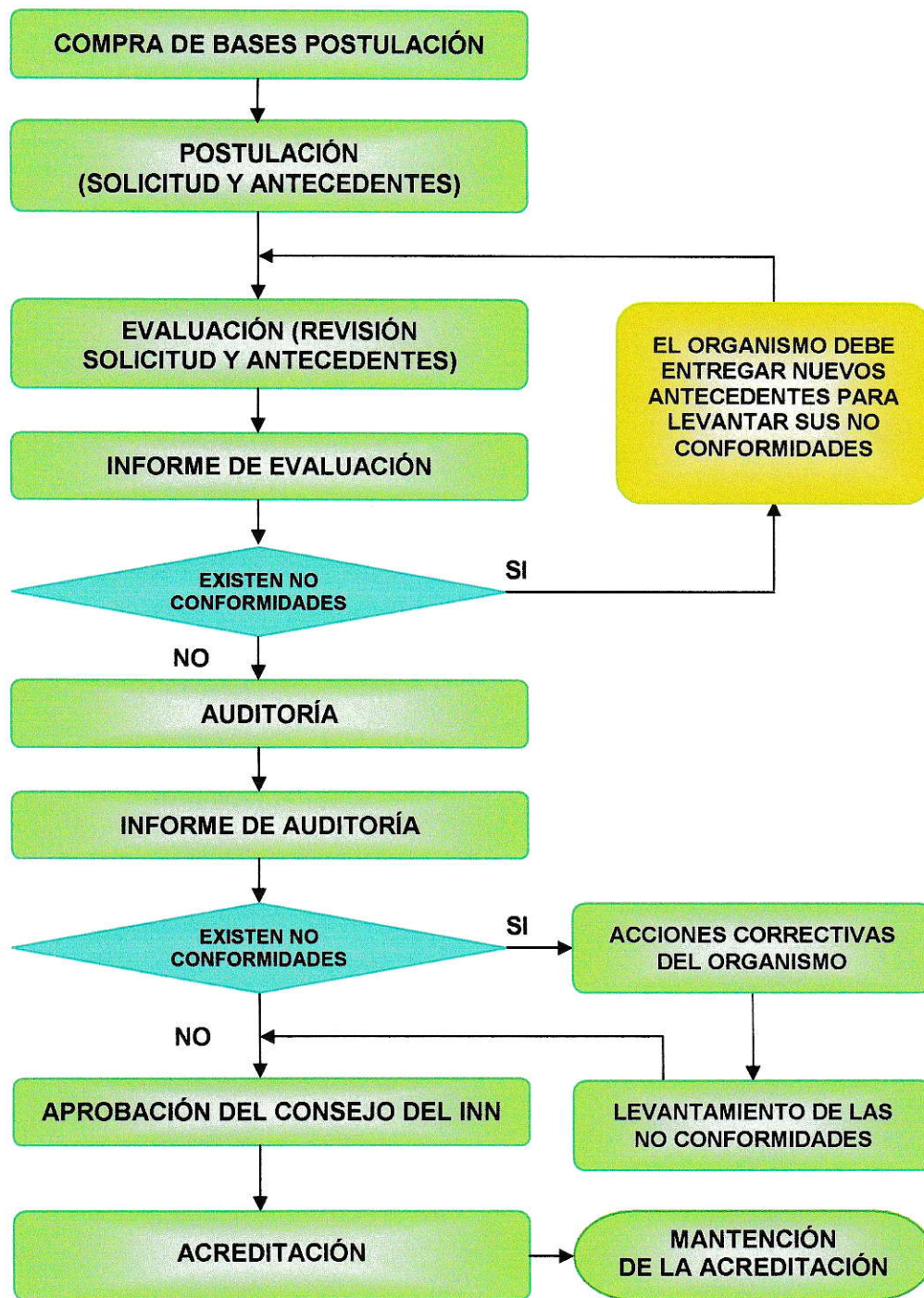


Figura 1. Etapas del Proceso de Acreditación

3.2 Norma NCh 2404

La implementación de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) trae consigo una mejora en el desempeño debido a la consideración de las necesidades de todas las partes interesadas. Este sistema ayuda a la organización a aumentar la satisfacción del cliente, pues requieren productos o servicios que satisfagan sus necesidades y expectativas.

En la implementación del SGC es necesario:

1. Identificar los procesos necesarios para la implementación del SGC y su aplicación.
2. Determinar la secuencia e interacción de dichos procesos.
3. Documentar los procesos para asegurar su eficaz operación y control.
4. Asegurar la disponibilidad de recursos para apoyar la operación y seguimiento de los procesos.
5. Implementar las acciones para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de los procesos.

Por lo tanto, la organización deberá establecer, documentar, implementar y mantener un SGC y mejorar continuamente su eficacia. Esto lo realizará al cumplir con los requisitos de la norma NCh 2404 (19).

3.2.1 Alcance

La norma NCh 2404 especifica los criterios generales relativos a la competencia de los organismos imparciales que realizan inspecciones, independientemente del sector involucrado. Especificando, también, criterios de independencia. Estos criterios pueden requerir ser interpretados cuando se aplica a sectores particulares o a la inspección en servicio.

Está destinada a ser usada por los organismos de inspección y los organismos de acreditación, como asimismo por otros organismos relacionados con el reconocimiento de la competencia de los organismos de inspección.

3.2.2 Definiciones

- i) **Inspección:** Examen del diseño de un producto, del producto, servicio, proceso o planta y determinación de su conformidad con requisitos específicos o la conformidad con requisitos generales en base el juicio profesional.
- ii) **Organismo de inspección:** Organismo que efectúa la inspección.

Los requisitos del organismo de inspección se indican en los siguientes ítems.

3.2.3 Requisitos administrativos.

- Ser una empresa legalmente identificable.
- Tener áreas y funciones definidas.
- Documentar las funciones y alcances.
- Poseer un seguro de responsabilidad adecuado.
- Mantener documentadas las condiciones de inspección.
- Contemplar la auditoría independiente de la contabilidad de la organización.

3.2.4 Independencia, imparcialidad e integridad.

- El personal debe estar libre de presiones comerciales, financieras u otras, que puedan afectar su juicio.
- Implementación de procedimientos para asegurar que externos no afecten los resultados.
- Tener criterios de independencia.

Existen tres tipos de Organismos de inspección:

- i) **Tipo A.** El organismo que entregue servicios de tercera parte debe ser independiente de las partes involucradas. No debe involucrarse en el diseño, fabricación, suministro, instalación, uso o mantención de los ítems inspeccionados o de ítems similares competitivos.

- ii) **Tipo B.** En el organismo de inspección debe existir una separación entre las responsabilidades del personal de inspección y las del personal empleado en otras funciones mediante la identificación organizacional. El organismo y su personal no deben involucrarse en el diseño, fabricación, suministro, instalación, uso o mantenimiento de los ítemes inspeccionados o de ítemes similares competitivos.

- iii) **Tipo C.** El organismo de inspección debe tener salvaguardias dentro de la organización, asegurando la adecuada separación de responsabilidades y obligaciones en la entrega de servicios de inspección por la organización y/o procedimientos documentados.

3.2.5 Confidencialidad.

- La organización debe asegurar la confidencialidad de la información y proteger los derechos del propietario.

3.2.6 Organización y Gestión.

- El organismo de inspección debe poseer una organización con responsabilidades y estructura documentada.
- Definir y diferenciar cuando se realizan actividades de certificación y/o ensayos.

- Tener un Gerente Técnico calificado y con experiencia en la operación de este tipo de organismos y que se responsabilice que las actividades de inspección se efectúen de acuerdo a esta norma.
- Proporcionar una supervisión eficaz en las actividades de inspección.
- Designar subrogantes, en caso de ausencia del Gerente.
- Describir cargos que afecten la calidad de la inspección (funciones, responsabilidades, perfil del cargo, experiencia, etc.)

3.2.7 Sistema de Calidad.

- El organismo debe definir y documentar su Política y Objetivos de Calidad.
- Operar un Sistema de Calidad efectivo y proporcional al trabajo efectuado.
- Documentar el Sistema de Calidad. La estructura de la documentación del SGC se describe en forma jerárquica, facilitando la distribución, conservación y entendimiento de la documentación



Figura 2. Jerarquía Típica de la documentación del SGC

La documentación de un SGC incluye:

- i) **Política de la Calidad y Objetivos.** Estos deben estar documentados, en un documento independiente o estar incluidos en el Manual de la Calidad.
- ii) **Manual de la Calidad.** Describe el alcance del SGC, los detalles de cualquier exclusión y su justificación, los procedimientos documentados, o referencia de ellos y una descripción de los procesos del SGC y sus interacciones.
- iii) **Procedimientos Documentados.** Descripciones documentadas que especifican como llevar a cabo alguna actividad o proceso.
- iv) **Instrucciones de trabajo.** Describen el desempeño de todo trabajo que podría verse afectado adversamente por la falta de éstas.
- v) **Formularios.** Se desarrollan y mantienen para registrar los datos que demuestren el cumplimiento de los requisitos del SGC.
- vi) **Plan de la Calidad.** Se refiere al SGC documentado, mostrando como se debe aplicar a la situación específica en cuestión, e identificar y documentar como la organización logrará aquellos requisitos que son únicos al producto, proceso, proyecto o contrato particular.
- vii) **Especificaciones.** Documentos que establecen requisitos, únicos para el producto y/u organización.
- viii) **Documentos externos.** Incluyen planos del cliente, especificaciones, requisitos legales o reglamentarios, normas, código y manuales de mantenimiento.

ix) **Registros.** Muestran los resultados obtenidos o proporcionan evidencia que se realizan las actividades establecidas en los procedimientos documentados e instrucciones de trabajo.

- Nombramiento de un Gerente de Calidad.
- Existencia de un sistema de control de documentos:

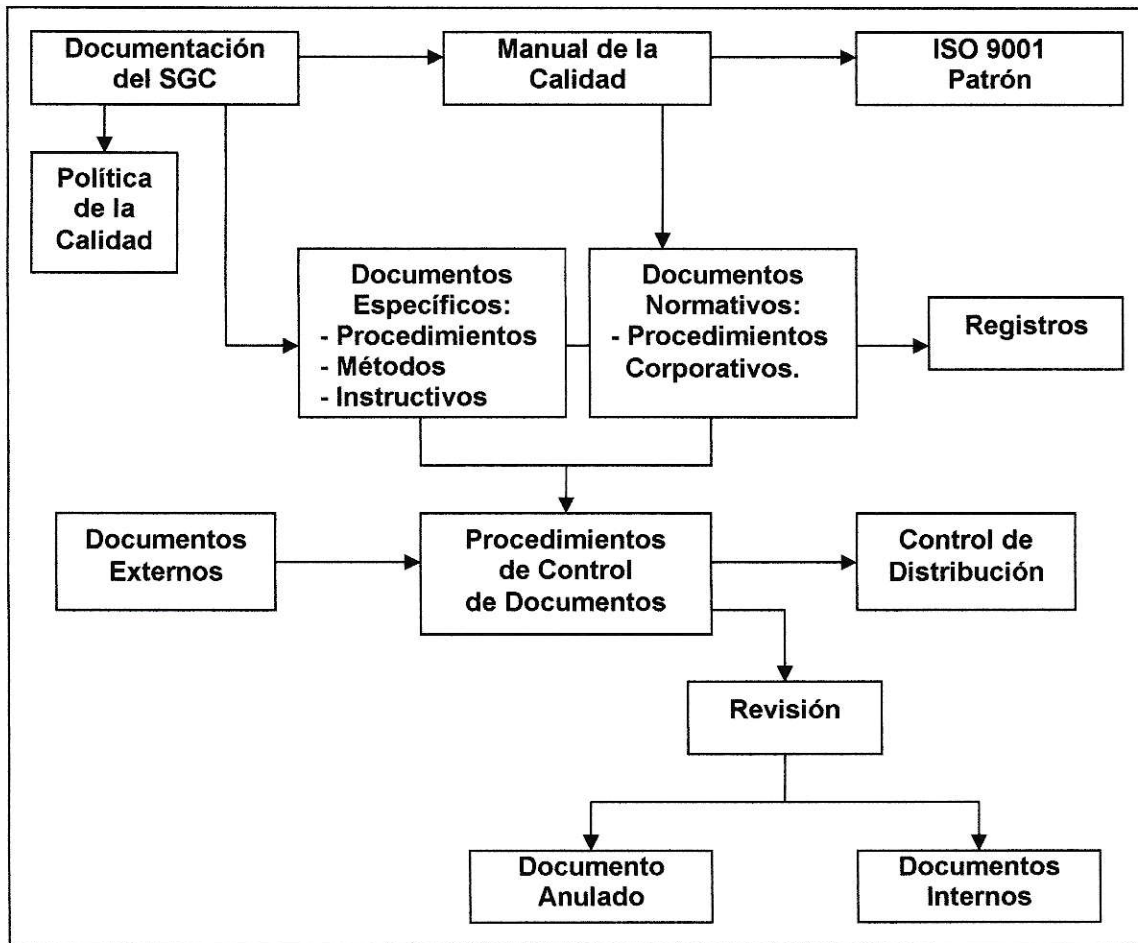


Figura 3. Sistema de control de documentos.

El sistema de control de documentos garantiza que:

- Las ediciones vigentes de la documentación estén disponibles en todos los sitios pertinentes y para el personal asociado.
 - Las modificaciones de documentos tengan la debida autorización y sean procesados de modo de garantizar su disponibilidad en el área de trabajo.
 - Los documentos reemplazados se retiren del uso en toda la organización, guardando una copia por un cierto período.
 - La notificación a las partes involucradas de los cambios efectuados en los documentos.
-
- Realización de auditorías internas de calidad para verificar el cumplimiento y efectividad del SGC.
 - Elaboración de procedimientos para tratar la retroalimentación y las acciones correctivas.
 - Revisión periódica del sistema de calidad por la Gerencia.

3.2.8 Personal

- La organización debe tener un número suficiente de personal permanente y calificado con nivel de experiencia necesario para realizar sus funciones.
- El personal debe poseer calificaciones, capacitaciones, entrenamiento y experiencia.

- El personal debe ser capaz de emitir juicios profesionales respecto a la conformidad con los requisitos generales usando los resultados de los análisis e informar sobre esto a su superior. Además deberá poseer conocimiento particular sobre los productos o procesos a inspeccionar.
- El organismo deberá establecer un sistema documentado de capacitación y entrenamiento para asegurar que la capacitación y entrenamiento de su personal se mantengan actualizados.

3.2.9 Instalaciones y Equipos.

- Tener instalaciones y equipos adecuados para realizar las actividades de inspección.
- Restringir el acceso y uso de las instalaciones y equipos.
- Tener todos los equipos con identificación.
- Elaborar procedimientos de mantenimiento de los equipos.
- Asegurar, cuando corresponda, la calibración de los equipos antes de ser utilizados.
- Garantizar la trazabilidad de las mediciones con patrones.
- Asegurar que los patrones de referencia se usan sólo para la calibración.
- Tener procedimientos para la selección de proveedores, emisión de documentos de compra, inspección de materiales recibidos y aseguramiento de las instalaciones para el almacenamiento.
- Establecer procedimientos para la integridad de los datos.
- Poseer procedimientos para el control de equipos defectuosos.

- Mantener un registro de los equipos, incluyendo la identificación, calibración y mantenimiento.

3.2.10 Métodos y procedimientos de inspección

- Usar métodos y procedimientos de inspección de acuerdo a los requisitos de conformidad.
- Tener instrucciones documentadas sobre planes y técnicas de inspección y muestreo normalizado.
- Al usar métodos o procedimientos de inspección no normalizados, éstos deben ser apropiados y documentados.
- Tener toda la documentación de trabajo actualizada y disponible.
- Tener un sistema de control de contratos u órdenes de trabajo, asegurando los recursos adecuados para cumplir los requisitos, los requisitos de quienes solicitan los servicios del organismo están definidos debidamente, revisiones al trabajo realizado.
- Registrar los datos y observaciones de terreno.
- Verificar los cálculos y transferencia de datos.
- Documentar instrucciones para efectuar la inspección en forma segura.

3.2.11 Manipulación de muestras e ítems de inspección.

- Asegurar que las muestras e ítems deben estar identificados para evitar confusiones.
- Registrar las condiciones de las muestras e ítems.
- Establecer si la preparación de las muestras o ítems es la adecuada.
- Tener procedimientos documentados para evitar el daño de las muestras o ítems de inspección.

3.2.12 Registros.

- Mantener un sistema apropiado de registros.
- Incluir información en los registros que permitan la evaluación satisfactoria.
- Almacenar los registros en forma segura y por un tiempo específico.

3.2.13 Informes de Inspección y Certificados de Inspección.

- Respalidar el trabajo efectuado en un informe de inspección y/o un certificado de inspección.
- Incluir en el informe y/o certificado de inspección, resultados de las pruebas y determinación de la conformidad.
- Firmar los informes y certificados de inspección.

3.3 Normativa de Calidad de Aguas.

El marco legal e institucional de Chile para la evaluación ambiental considera:

- Jerarquía jurídica

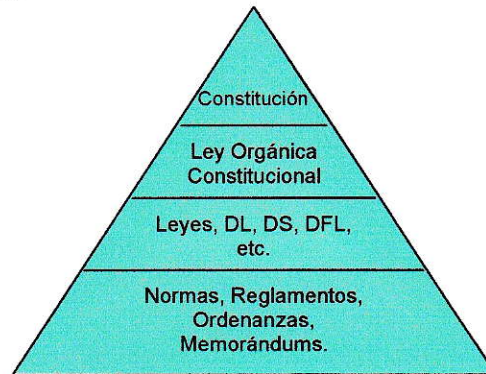


Figura 4. Jerarquía jurídica.

- Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente.
- CONAMA
- Reglamento e instrumentos de Gestión de la Ley 19.300
- SEIA

La Constitución Política establece el derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación, siendo deber del Estado velar por este derecho y tutelar la preservación de la naturaleza.

Con la ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente se logra cumplir con el mandato constitucional impuesto al Estado de velar por el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

De acuerdo a la ley 19.300, se entiende por contaminación como “la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o en concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente”. La ley 19.300 se refiere a la contaminación de los componentes del medio ambiente: aire, agua y suelo.

Según ésta, en Chile se considera el principio de contaminación legal, el cual indica que sólo habrá contaminación ambiental cuando se superen las normas de calidad ambiental.

La ley exige que lo que se establezca como contaminación corresponda a situaciones que impliquen un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.

Los niveles de contaminación aceptables han sido establecidos en normas ambientales:

Norma Ambiental: “Acuerdo social que establece el nivel de contaminación que considera aceptable para la protección de la población o el medio ambiente”

La ley 19.300 define los siguientes tipos de normas:

- i) Normas Primarias de Calidad Ambiental.
- ii) Normas Secundarias de Calidad Ambiental.
- iii) Normas de Emisión.

Norma Primaria de Calidad Ambiental: “ Aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el medio ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población”.

El objetivo de protección es la vida y la salud de la población, con aplicación en todo el territorio de la República.

El cumplimiento de estas normas se verificará mediante mediciones donde existan asentamientos humanos.

Norma Secundaria de Calidad Ambiental: Tiene como objetivo la protección del medio ambiente o la preservación de la naturaleza (especies de flora, fauna, ecosistemas, suelos, aguas, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y en general el patrimonio cultural).

Estas normas podrán aplicarse en parte del territorio nacional.

El cumplimiento de estas normas se verificará en el territorio donde se encuentre emplazado el bien ambiental objeto de protección.

Norma de emisión: Establece la cantidad máxima permitida para un contaminante medido en el efluente de la fuente emisora. Su aplicación depende de lo establecido en el decreto respectivo.

El cumplimiento de estas normas se verificará en el efluente de la fuente emisora y en un período de tiempo determinado, cuando corresponda.

Es necesario hacer distinción de algunas normas:

1. Normas Chilenas Oficiales.

- Estas normas establecen estándares de calidad para productos o procesos.
- No son obligatorias por sí mismas.
- Son aprobadas por el Instituto Nacional de Normalización (INN)
- Un cuerpo legal las puede hacer obligatorias.

2. Normas de Referencia.

- Corresponden a normas extranjeras de calidad ambiental o de emisión, que deben considerarse como antecedentes o criterios de comparación para evaluar el riesgo para la salud de la población y los efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el aire, agua y suelo, que genere o presente el proyecto o actividad de que se trate debido a los contaminantes que forman parte de sus efluentes, emisiones o residuos, cuando no existan en Chile normas de calidad ambiental o de emisión para esos mismos contaminantes.

Las normas de calidad de aguas se agrupan en el conjunto de Normas Chilenas Oficiales NCh 411, en las cuales se describe el diseño del programa de muestreo, tipos de muestras y su preservación, los tipos de muestreo y muestreos en diversas matrices de agua, incluidas las aguas superficiales, subterráneas y residuales.

Las normas para calidad del agua potable corresponden a las normas NCh 409 parte 1 y 2, en las que se presentan los requisitos de calidad de ésta y cómo realizar el muestreo, respectivamente.

Los decretos supremos N° 46, 90 y 609 corresponden a normas de emisión de aguas residuales a aguas subterráneas, aguas marinas y continentales superficiales, y a sistemas de alcantarillado, respectivamente. En estas normas se establecen los límites máximos permisibles de sustancias contaminantes que pueden ser emitidos a través de las aguas residuales. Además describen como debe realizarse el muestreo de aguas en cada situación, indicando los muestreos de autocontrol, frecuencia, número de muestras, lugar de muestreo y medición del caudal, también indican quienes deben cumplir con los decretos.

Los análisis de las aguas residuales se realizan de acuerdo al conjunto de normas NCh 2313 "Aguas Residuales – Métodos de Análisis" y según la última edición del "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", en los que se describen los procedimientos para la determinación de los diversos parámetros presentes en el agua.

3.4 Clasificación de los tipos de agua.

De acuerdo a la norma chilena NCh 410 se establece una caracterización de la calidad del agua (10).

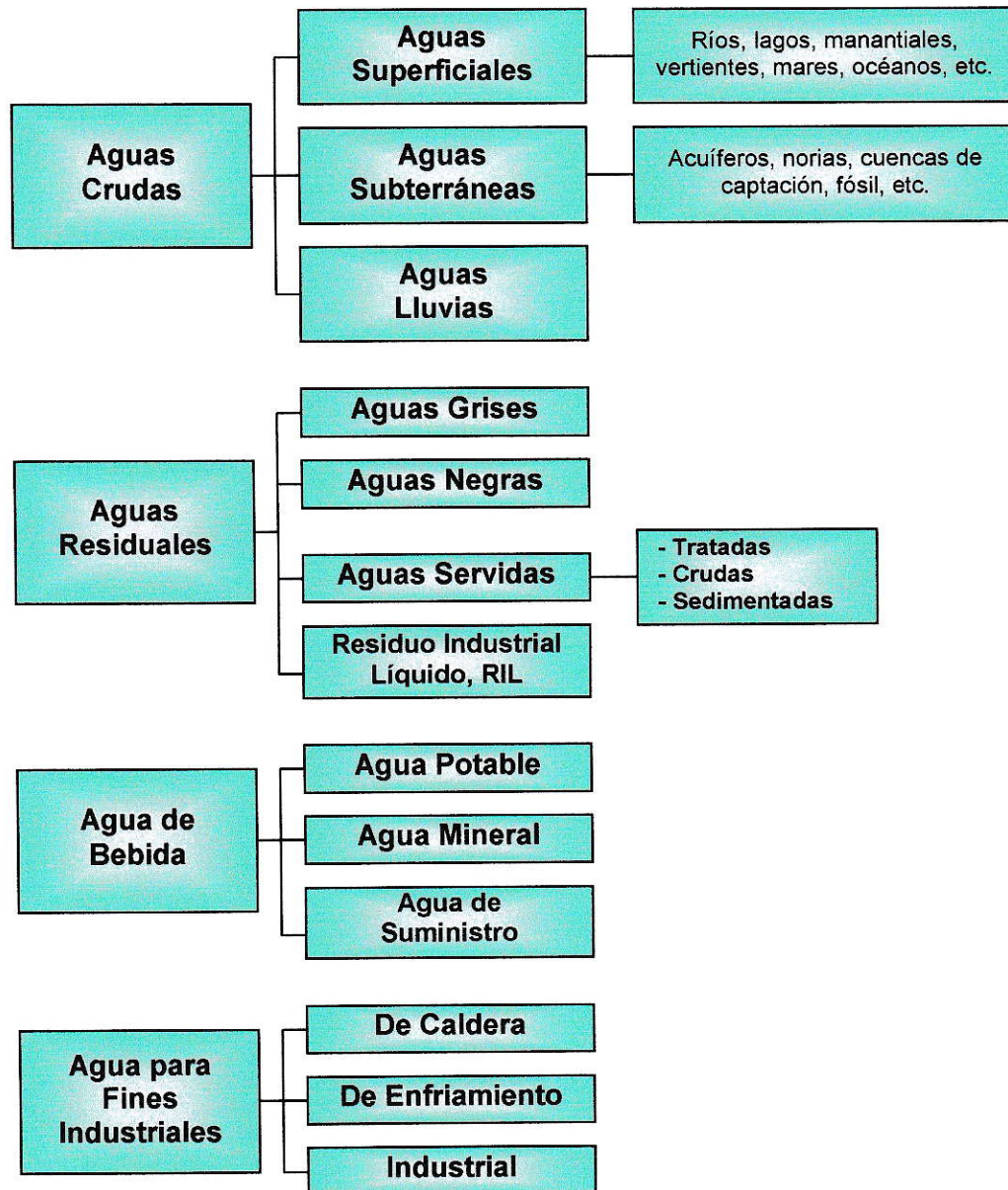


Figura 5. Caracterización de los tipos de agua

A continuación se describen brevemente los tipos de agua, de acuerdo a la norma NCh 410 y de este modo adquirir un conocimiento general respecto a la calidad del agua:

Aguas Crudas

- **Agua Cruda.** Agua que no ha recibido ningún tipo de tratamiento o agua que entra a una planta con el objeto de ser tratada.
- **Agua Superficial.** Agua que se encuentra sobre la superficie del suelo.
- **Agua Subterránea.** Agua contenida en una formación subterránea y que generalmente puede ser extraída desde o a través de dicha formación.
- **Agua lluvia.** Agua proveniente de las precipitaciones atmosféricas, que aún no contiene materia soluble proveniente de la tierra.

Aguas residuales

- **Aguas Residuales.** Aguas que se descargan después de haber sido usadas en un proceso, o producidas por éste, y que no tienen ningún valor inmediato para ese proceso.
- **Aguas Grises.** Aguas residuales provenientes de tinajas y duchas, lavatorios y lavaplatos, excluyendo las aguas negras.
- **Aguas Negras.** Aguas residuales provenientes de la población compuestas de excretas humanas.
- **Aguas Servidas.** Aguas residuales que contienen los desechos de una comunidad, compuestas por aguas grises y aguas negras.
 - o **Aguas Servidas Tratadas.** Corresponden a aquellas aguas servidas que han recibido un tratamiento parcial o total para la remoción y mineralización de la materia orgánica u otras materias.

- **Aguas Servidas Crudas.** Corresponden a aquellas aguas servidas que no han sido tratadas.
- **Aguas Servidas Sedimentadas.** Corresponden a aquellas aguas servidas desde las cuales se han removido los sólidos gruesos y la mayoría de los sólidos depositables por sedimentación.
- **Residuo Industrial Líquido, RIL.** Efluente residual evacuado de las instalaciones de un establecimiento industrial, con destino directo a los sistemas de recolección de aguas servidas o a cuerpos receptores.

Agua de bebida

- **Agua Potable o Agua de Bebida.** Agua que cumple con los requisitos establecidos en la norma NCh 409/1, que aseguran su inocuidad y aptitud para el consumo humano.
- **Agua Mineral.** Aguas naturales que surgen del suelo, de composición constante y que por su constitución o propiedades físico-químicas o biológicas, son susceptibles de aplicaciones terapéuticas, higiénicas o profilácticas.
- **Agua de Suministro o de Abastecimiento.** Agua, generalmente tratada, que entra a la red de distribución o a un depósito de servicio.

Aguas para Fines Industriales

- **Agua de Caldera.** Agua de calidad adecuada, presente en una caldera cuando la producción de vapor está, o ha estado, en marcha.
- **Agua de Enfriamiento.** Agua que es usada para absorber y remover calor.
- **Agua Industrial.** Cualquier agua usada para, o durante, un proceso industrial.

3.5 Actividades de Toma de Muestras en Aguas

Durante la caracterización de una masa de agua es imposible examinar el total, por lo que es imprescindible extraer muestras. Estas muestras deben ser representativas del total que se desea caracterizar, durante su extracción se deben tomar las precauciones necesarias para asegurar que éstas no experimenten cambios en el intervalo comprendido entre el muestreo y el análisis (11).

Antes de realizar la toma de muestras se debe diseñar un programa de muestreo, en el que se establecen los objetivos del programa, pues a partir de éstos se determinará la posición de las zonas de muestreo, la frecuencia del muestreo, la duración del muestreo, los procedimientos para extraer las muestras, tratamiento subsecuente de las muestras y requisitos analíticos. En el programa también se deberá considerar el grado de detalle y precisión que será adecuado, así como la forma de expresión y presentación de los resultados. Recopilar con anterioridad una lista de los parámetros de interés y consultar los procedimientos analíticos para ver guías sobre las precauciones a tomar durante el muestreo y el posterior manejo de las muestras.

Para tener un índice de la calidad del agua se requiere datos analíticos mediante la determinación de diversos parámetros tales como concentración de sustancias químicas disueltas, sólidos suspendidos, parámetros biológicos o sedimentos bentónicos. Estas determinaciones indican la calidad del agua en un momento y localización específicos o en algún intervalo de tiempo en una localización particular.

Hay algunos parámetros que deben ser medidos in situ, tales como pH, temperatura, concentración de gases disueltos, parámetros que se ven afectados con la concentración de dióxido de carbono, además se deben aplicar procedimientos de preservación de las muestras.

Cuando sea necesario se deben extraer muestras separadas para análisis fisicoquímico y biológico, pues los procedimientos y el equipo para la extracción y el manejo son diferentes.

La elección del tipo de muestra depende directamente del tipo de muestreo que se realice y en especial del objetivo del muestreo, pues éste definirá los parámetros a ser considerados. También es necesario diferenciar entre muestreo en aguas en reposo y en aguas en movimiento (12).

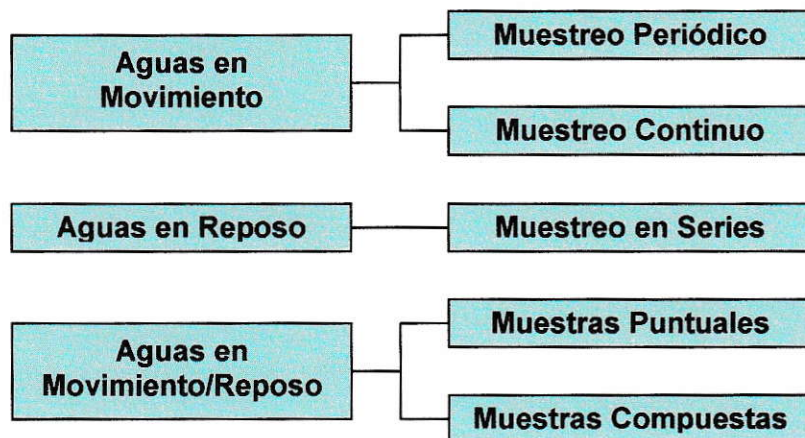


Figura 6.Tipos de muestreo o muestras de acuerdo al movimiento del agua.

Tipos de muestras:

- a. **Muestra puntual.** Muestra discreta tomada de una masa de agua, desde su superficie de profundidades específicas o del fondo, de forma aleatoria (en relación al momento y/o lugar). Pueden ser extraídas en forma manual y en forma automática. Representa la calidad del agua en el momento y lugar de donde fue extraída. Es práctica cuando se quiere estimar si la calidad del agua cumple con los límites no relacionados con la calidad promedio.

- b. **Muestra compuesta.** Muestra formada a partir de la mezcla de dos o más muestras en proporciones conocidas. Proveen datos de la composición promedio y son adecuadas en aquellos casos en que el cumplimiento con un valor límite se basa en la calidad promedio del agua.

- c. **Muestras periódicas (discontinuas).** El muestreo periódico corresponde al proceso en el que se toman muestras puntuales de una masa de agua, pudiendo ser tomadas a intervalos fijos de tiempo (dependientes del tiempo) o a intervalos fijos de flujo (dependientes del volumen o del flujo)

- d. **Muestras continuas.** El muestreo periódico corresponde al proceso en el que una muestra se toma continuamente de una masa de agua. Las muestras pueden ser tomadas a regímenes de descarga fijos o a regímenes de descarga variables.

e. **Muestras en series.** El muestreo en series corresponde al proceso en el que se toman series de muestras en diferentes profundidades en un lugar (muestras del perfil de profundidad) o en una profundidad específica en distintos lugares (muestras del perfil de área).

f. **Muestras de gran volumen.** Corresponde a una muestra de agua que va desde los 50 L a varios metros cúbicos.

Las muestras tomadas deben cumplir con los siguientes requisitos:

- La composición de la muestra que llega al laboratorio y la que se utiliza para realizar los análisis debe ser igual a la de la muestra inicial (composición media representativa).
- El error total introducido en todo el proceso de muestreo debe ser menor, o al menos del mismo orden de magnitud que el error en el subsecuente procedimiento analítico.

Tipos de muestreo

Los muestreos se pueden realizar de modo manual o automático.

- Manual

El muestreo manual consiste en sumergir un balde o frasco de boca ancha en el agua y así obtener la muestra, retirándolo una vez alcanzado el nivel deseado.

El volumen de la muestra depende de los posteriores análisis a realizar, el cual debe ser mayor que el necesario para dichos ensayos. Aplicable cuando se quiere evaluar los parámetros que pueden sufrir alteraciones al utilizar un equipo automático. También se usa cuando las características operacionales de los equipos automáticos impiden realizar el muestreo correctamente. Tiene la ventaja que la persona a cargo del muestreo puede observar condiciones inusuales, permitiéndole reorientar o rectificar el procedimiento inicial.

- Automático

El muestreo automático consiste en la utilización de equipos automáticos para conseguir muestras de agua, los que deben ser compatibles con los parámetros a determinar. Este tipo de muestreo posibilita la recolección de muestras en lugares de difícil acceso a personas. Se utiliza cuando existe la certeza de que no habrá obstrucciones en la línea de succión que afecten esta actividad. Reduce los costos de mano de obra asociados a la ejecución del muestreo y reduce los errores humanos en la recolección de muestras.

Equipos de muestreo

La elección del equipo dependerá de los requerimientos técnicos del muestreo. El equipo de muestreo debe minimizar el tiempo de contacto entre la muestra y el equipo; estar fabricado de materiales que no causen contaminación a la muestra, tener un diseño simple para asegurar una limpieza fácil, con superficies y conductos suaves, sin curvas que perturben el flujo, y tener un diseño de acuerdo al volumen de la muestra requerida de agua.

En la toma de muestras puntuales de superficie se utiliza un balde o envase de boca ancha que se deje caer en el agua y se retira una vez que esté lleno. En las muestras a distintas profundidades se utiliza una botella con lastre tapada (muestreador de profundidad) que es sumergida en el agua, cuando llega a la profundidad deseada, se remueve la tapa, se deja llenar la botella y se retira del agua. Para muestras de sedimentos se utilizan tenazas o dragas, cucharones de quijada y muestreadores tubulares. En el muestreo automático se puede utilizar equipos dependientes del tiempo que recolectan muestras discretas, compuestas o continuas sin considerar las variaciones en el flujo o equipos dependientes del volumen que recolectan esos tipos de muestras considerando las variaciones en el flujo.

Envases

Los envases para recolectar las muestras así como los que se usan para almacenarlas deben cumplir una serie de requisitos, entre los cuales se consideran:

- El material del envase y de la tapa debe ser inerte para prevenir o reducir reacciones entre el recipiente y los constituyentes de la muestra.

- Capacidad de limpieza y tratamiento de las paredes del recipiente para reducir la contaminación superficial por constituyentes trazas.

3.6 Procedimientos de Control

Con la finalidad de asegurar la calidad en todas las actividades relacionadas con el muestreo en aguas se establecerán procedimientos de control, entre los cuales se encuentran:

- Programas de mantención y calibración.

Con un programa de calibración y mantención se podrá eliminar errores sistemáticos en las mediciones y resultados de los muestreos en aguas, asegurando que la exactitud de los resultados y la dispersión de los datos experimentales se encuentran dentro de los límites tolerados. Se garantiza que todos los equipos y patrones tienen la adecuada trazabilidad a patrones nacionales o internacionales.

- Gráficos o cartas de control.

Herramienta estadística para controlar la estabilidad del sistema analítico con respecto al tiempo o al número de mediciones. Sirven para comparar información de muestras que representan el estado de un proceso contra límites establecidos después de consideraciones inherentes a la variabilidad del proceso.

- Control de registros y cadena de custodia.

Verificación del correcto llenado de los registros y cadena de custodia, para ser consultados en caso de obtener resultados erróneos.

- Auditorías internas.

Se realizarán auditorías internas en terreno para verificar la operación real de las actividades de toma de muestras en aguas antes de la auditoría de acreditación. La auditoría también incluirá las dependencias del laboratorio de monitoreo.

- Revisiones de la Gerencia.

La Gerencia se encargará de revisar los documentos elaborados y de ella dependerá la aprobación de éstos, además del Jefe de Área.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Normativa Vigente

Para realizar el Seminario de Título fue necesario disponer de varias normas y decretos referentes al tema de calidad de aguas, emisión de contaminantes y monitoreo de éstas, también sobre los sistemas de gestión de calidad. Las principales se indican a continuación, las demás se detallan en la bibliografía:

- NCh 2404.Of 1997 EN 45004 "Criterios generales para la operación de organismos de inspección"

- NCh-ISO 10013. Of 2003 "Directrices para la determinación de sistemas de gestión de la calidad"

- Normativa chilena referida a descargas y muestreo de aguas residuales (Decretos Supremos N° 46, 90 y 609, y NCh 411/10. Of 2005)

- Conjunto de normas NCh 411 de Calidad del Agua.

- NCh 409/1. Of 2005 y NCh 409/2. Of 2004 de Agua potable.

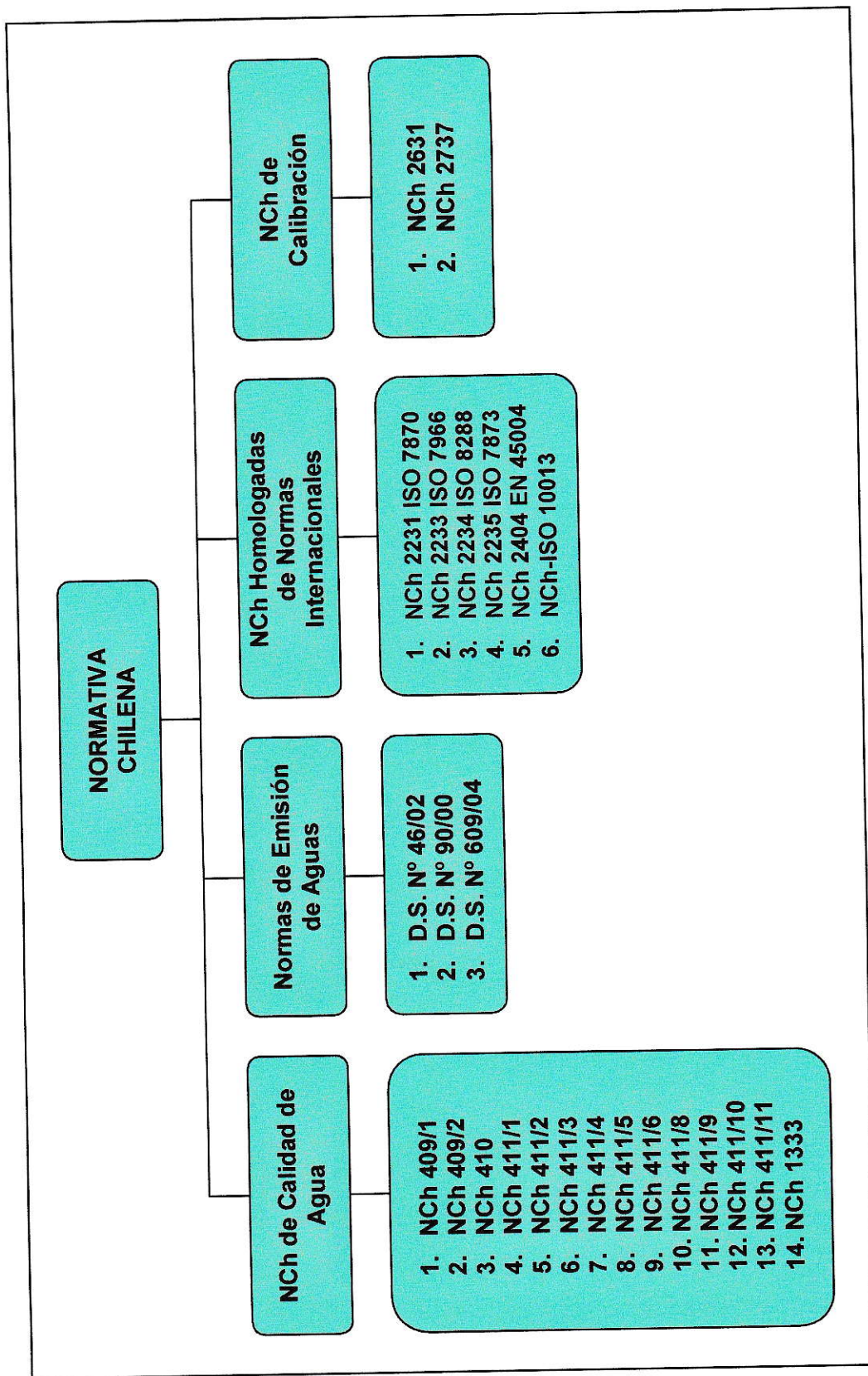


Figura 7. Diagrama resumen de la normativa chilena utilizada.

4.1.2 Equipos y materiales de muestreo

A partir de las normas de calidad de agua se define cuales son los equipos y materiales que se utilizan en los muestreos de los diferentes tipos de agua y que es lo que se necesita para la implementación del laboratorio de monitoreo.

Los equipos dependen del tipo de muestreo a realizar: manual, con equipo manual o equipo automático, y también dependerá del tipo de agua a muestrear, por ejemplo no es posible usar el equipo de aguas subterráneas para realizar un muestreo en aguas superficiales.

En todos los muestreos se utiliza el medidor de temperatura y de pH para realizar mediciones *in situ*. En algunas ocasiones y a solicitud del cliente se realiza la determinación en terreno de parámetros adicionales a los indicados anteriormente, tal como oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, ORP (potencial de óxido-reducción), conductividad específica, cloro residual, etc., por lo que es necesario llevar un equipo específico para su determinación.

También es útil el uso de un GPS para tener la ubicación exacta de los puntos a muestrear, en caso que no se cuente con una referencia física o si el terreno donde se encuentre el punto es extenso y su ubicación es difícil como en el caso de las faenas mineras, etc.

4.1.3 Preservantes químicos.

Para preservar las muestras de los distintos tipos de agua es necesaria la adición de preservantes químicos. El tipo de preservante dependerá de los parámetros a determinar, en algunos casos las muestras se dejan sin preservante, en forma natural pero sometida a bajas temperaturas. A pesar que la adición de preservantes a los envases lo realiza el área de muestras ambientales de la unidad de tecnología analítica de CIMM T&S S. A., es necesario que el laboratorio de monitoreo ambiental cuente con los reactivos para efectuar la preservación.

La lista de reactivos químicos:

- Acetona grado pesticida.
- Azul de bromotimol.
- HNO_3 65% v/v
- H_2SO_4 95 – 97 % v/v
- H_3PO_4 85 % v/v
- Cristales de CuSO_4
- Cristales de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ o $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 10 % v/v
- HCl
- CH_2Cl_2
- NaOH
- CH_3COOZn
- EDTA 15 % v/v
- NTA 15 % v/v.

4.2 Métodos

4.2.1 Aplicación de las normas para la elaboración de la documentación.

A partir de algunas normas referidas al tema de calidad de aguas (normas especificadas anteriormente) y de varias visitas a terreno se realizan los procedimientos documentados para la toma de muestras en agua potable, aguas crudas (aguas superficiales: lagos, ríos y cursos de aguas, y aguas subterráneas) y aguas residuales. En la Tabla 1 se especifican las normas utilizadas:

Tabla 1. Normas utilizadas en la elaboración de los procedimientos documentados.

TIPO DE AGUA		NORMATIVA
AGUA POTABLE		
Agua Potable		<ul style="list-style-type: none">- NCh 409/1. Of 84- NCh 409/2. Of 84- Manual de Análisis físico-químico de Agua Potable” de SISS
AGUAS CRUDAS		
Aguas Superficiales	Lagos Naturales y Artificiales	NCh 411/4. Of 97
	Ríos y Cursos de Agua	NCh 411/6. Of 98
Aguas Subterráneas		NCh 411/11. Of 98
AGUAS RESIDUALES		
Emitidas a Aguas Subterráneas		<ul style="list-style-type: none">- NCh 411/10. Of 05- D.S. N° 46/02
Emitidas a Aguas Superficiales		<ul style="list-style-type: none">- NCh 411/10. Of 05- D.S. N° 90/02
Emitidas a Sistemas de Alcantarillado		<ul style="list-style-type: none">- NCh 411/10. Of 05- D.S. N° 609/04

La elaboración de los instructivos deberá incluir desde la preparación de los envases hasta la utilización de los equipos. Su elaboración se basará en la normativa chilena correspondiente y en algunos documentos técnicos de los mismos equipos utilizados.

Cuando se definan las partes del proceso de toma de muestras, se realizarán los registros de éstas, especificando horarios, responsables de las operaciones, indicando metodologías aplicadas, entre otros y el registro de cadena de custodia de las muestras. Esto se realizará con la finalidad de dejar un registro escrito de lo que se realiza y sucede en cada muestreo, permitiendo, en caso que sea necesario, reproducir alguna parte de las actividades de toma de muestras en aguas.

Para completar el SGC será necesario elaborar un Manual de la Calidad y un Plan de la Calidad, correspondientes a los documentos más importantes en un sistema de gestión.

4.2.2 Visitas a terreno

Para tener una visión más clara de lo que se hace durante los muestreos en agua se realizarán varias visitas a terreno, con lo cual se busca evaluar e identificar posibles falencias tanto en la parte operacional como en la parte técnica del proceso de toma de muestras en aguas y también observar como se llevan a cabo las actividades a partir de los recursos con los que cuenta la Empresa.

En estas visitas se tomarán muestras de agua de distinta procedencia, se llevarán a analizar y los resultados obtenidos serán comparados con lo establecido en las normas chilenas referidas al tema.

Las actividades en terreno se realizarán de acuerdo a lo establecido en los procedimientos documentados, instructivos, especificaciones y el programa de muestreo, cuando estos se encuentren terminados y aprobados por el jefe del área.

4.2.3 Análisis de las muestras.

Las muestras recolectadas en terreno serán analizadas en el área ambiental de la Unidad de Tecnología Analítica de CIMM T&S S. A. de acuerdo al conjunto de normas chilenas NCh 2313 y al Manual de Análisis físico-químicos de la SISS.

4.2.4 Implementación de laboratorio

En la implementación del laboratorio se utiliza el conjunto de normas NCh 411, en éstas se encuentran especificados los materiales y equipos que se deben utilizar en el muestreo en aguas que deben estar presentes en el laboratorio y en las actividades desarrolladas en terreno.

Los equipos y materiales que se lleven a terreno dependen del tipo de agua que se desea muestrear, y esto último depende de los requisitos y solicitudes del cliente, por lo cual es importante que en el laboratorio de monitoreo de aguas se encuentren los equipos necesarios para cumplir la normativa chilena además de satisfacer las necesidades del cliente.

Cuando se haya determinado los equipos y materiales a utilizar o los que faltan actualmente, se debe pedir cotizaciones de éstos a empresas especializadas buscando aquellos que se ajusten a las necesidades del laboratorio, normativa y además al presupuesto. Esta parte se debe realizar con tiempo para tener más opciones en el momento de la compra.

V. RESULTADOS

5.1 Descripción de los documentos realizados

Los procedimientos, instructivos, registros y especificaciones están basados en la normativa descrita anteriormente, también en los propios manuales o instructivos de los equipos. La información ha sido complementada con visitas en terreno, con las cuales se logra comprobar la efectividad de la implementación de la documentación.

La documentación de calidad (Q) está clasificada de la siguiente manera:

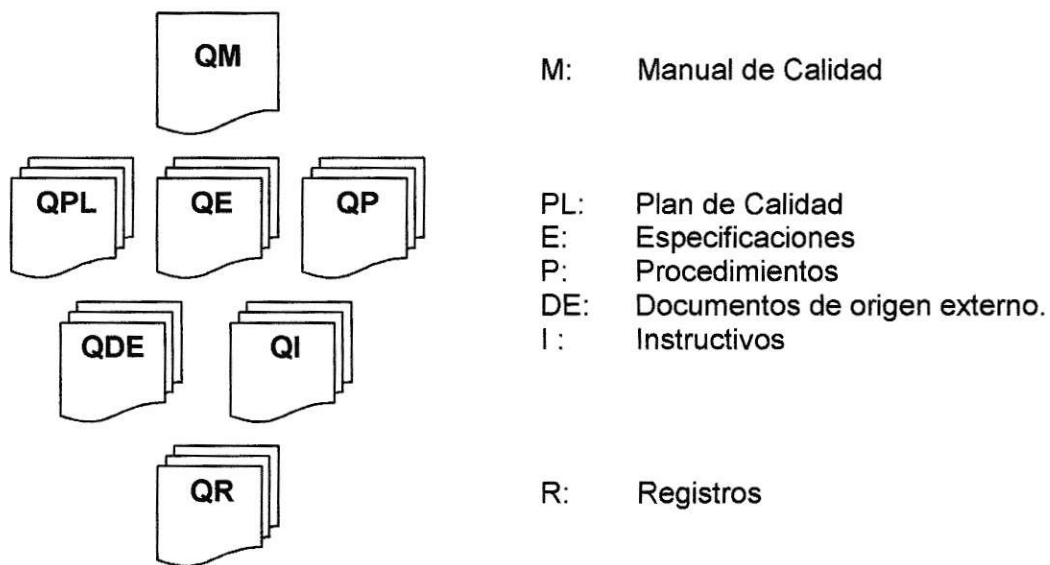


Figura 8. Esquema de la documentación de calidad.

Luego de ser elaborados los documentos del SGC, éstos son revisados por el Jefe del Área y una vez aprobados deben ser respaldados en archivos magnéticos, protegidos del acceso no autorizado y de su alteración, bajo la responsabilidad de un monitor de calidad y siendo controlados por medio de una lista maestra de documentos.

Cada documento cuenta con una tabla de control de modificaciones que está especificada en la primera hoja del texto, existiendo un número limitado de modificaciones y cuando éste sea superado se cambia la edición del documento. Dependiendo de la magnitud de las modificaciones el documento puede ser reemplazado por completo o sólo se cambiará la(s) sección (es) considerada (s).

Las modificaciones pueden ser propuestas por cualquier persona que considere que es necesario cambiar alguna parte del documento o que quiera mejorarlo, pero sólo las personas que están involucradas en su elaboración podrán efectuar los cambios.

Este sistema de control de los documentos asegura la disponibilidad de la información para todo el personal involucrado en la ejecución de las actividades de muestreo en aguas, para que éstas se realicen en forma adecuada y de este modo obtener resultados satisfactorios.

Las referencias de los documentos elaborados deben ser revisadas constantemente por si presentan cambios, edición o si son abolidas, y así mantener actualizados los documentos.

5.1.1 Procedimientos documentados

Los procedimientos documentados elaborados corresponden a procedimientos para realizar el muestreo en los distintos tipos de aguas (potable, crudas y residuales). Se elaboraron seis procedimientos documentados para la toma de muestras en aguas:

1. Procedimiento para la toma de muestras en agua potable.
2. Procedimiento para la toma de muestras en aguas subterráneas.
3. Procedimiento para la toma de muestras en aguas superficiales.
4. Procedimiento para la toma de muestras en aguas residuales emitidas a aguas subterráneas.
5. Procedimiento para la toma de muestras en aguas residuales emitidas a aguas superficiales.
6. Procedimiento para la toma de muestras en aguas residuales emitidas a sistemas de alcantarillado.

Los documentos se realizaron considerando los siguientes contenidos:

- **Propósito.** Describe el objetivo del procedimiento en cuestión, indicando que es lo que se quiere conseguir con su aplicación.
- **Alcance.** Se refiere a quiénes está dirigido el documento y en dónde será aplicable.
- **Responsabilidades.** Corresponde a la descripción de cargos del personal involucrado en las actividades de toma de muestras.
- **Definiciones.** Corresponde a definiciones de términos referidos a la toma de muestras en aguas.

- **Equipos y Materiales.** Corresponde a la lista de equipos y materiales necesarios para realizar la toma de muestras. La lista es específica para cada tipo de muestreo, pues se necesitan equipos diferentes dependiendo del agua a muestrear.

- **Descripción del Proceso.** Corresponde a una descripción de las etapas a seguir del proceso de toma de muestras, desde la programación del muestreo hasta el ingreso de las muestras en el laboratorio de análisis, pasando por la visita a terreno indicando en forma detallada como se debe realizar el muestreo.

- **Aspectos:**
 - **Ambientales.** Incluye los aspectos de cuidado del medio ambiente a considerar durante el muestreo.
 - **De calidad.** Incluye los aspectos a considerar para mantener la calidad y trazabilidad del proceso de muestreo y por ende de los posteriores resultados a obtenerse a partir de las muestras de agua.
 - **De seguridad.** Incluye los aspectos a considerar sobre la seguridad del personal durante el trabajo en terreno, en cuanto a acciones a seguir cuando se presenten riesgos físicos y atmosféricos, así como también los implementos de seguridad que se deben utilizar en cada situación.

- **Registros de Calidad.** Corresponde a los registros que se deben completar durante las actividades de toma de muestras en aguas, con estos registros es posible reproducir parcial o totalmente las condiciones del muestreo.

- **Referencias.** Corresponde a los documentos, normas o metodologías que han sido utilizados para la elaboración de cada procedimiento documentado de toma de muestras y que al cambiar afectan el método escrito.
- **Anexos.** Corresponde a registros, mapas, esquemas, planos, especificaciones, etc., útiles para el cumplimiento del documento o que faciliten su aplicación.

5.1.2 Instructivos

En los instructivos se describen actividades básicas que influyen en el proceso de toma de muestras, van desde la selección de los envases hasta las indicaciones de cómo utilizar un equipo. Los instructivos se realizaron considerando la siguiente tabla de contenidos:

- Propósito y Alcance.
- Responsabilidades.
- Descripción del proceso.
- Medidas de prevención de riesgos.
- Medidas ambientales.
- Registros de calidad.
- Referencias.
- Anexos.

Algunos de estos puntos se refieren a lo mismo que fue indicado en los procedimientos. Salvo las medidas de prevención de riesgos y medidas ambientales, que son realizadas en conjunto con el encargado de prevención de riesgos.

5.1.3 Registros

Se realizaron registros para todas las etapas involucradas en las actividades de toma de muestras en aguas (16).

- Identificación de muestras. Incluye:
 - Punto de muestreo.
 - Cliente
 - Fecha y horario de la recolección.
 - Procedencia de las muestras.
 - Nombre y firma del personal responsable del muestreo
 - Número de envases por muestra.
 - Tipo de muestra.
 - Métodos de preservación.
 - Observaciones.

- Método y sistema de muestreo. Incluye:
 - Método de muestreo.
 - Descripción equipo.

- Fecha y horario de la recolección.
 - Registro de las muestras puntuales usadas en la preparación de las muestras compuestas.
 - Nombre y firma del personal responsable de la toma de muestras.
 - Observaciones.
- Sobre medición de caudales. Incluye:
- Método de medición de caudales.
 - Identificación del punto de medición.
 - Identificación del equipo.
 - Nombre y firma del personal responsable de la medición del caudal.
 - Observaciones.
- Custodia de transporte. Incluye:
- Descripción del vehículo, indicando marca, modelo, año y patente.
 - Identificación de envases transportados.
 - Lugar de partida y de llegada.
 - Horario de salida y llegada.
 - Nombre y firma del personal responsable de la toma de muestras.
 - Observaciones.

- Cadena de custodia. Incluye:
 - Identificación de los envases.
 - Cantidad de muestras y cantidad total de envases.
 - Número y tipo de envases por cada muestra.
 - Métodos de preservación aplicados a cada muestra.
 - Identificación de los puntos de muestreo y origen de cada muestra.
 - Fecha y hora de la recolección de cada muestra.
 - Método de muestreo aplicado (manual o automatizado).
 - Equipamiento de muestreo.
 - Nombre y firma del personal responsable del muestreo.
 - Recorrido seguido, indicando los lugares de partida y llegada.
 - Medio de transporte.
 - Horario de partida y llegada.
 - Sistema de control de temperatura.
 - Nombre y firma del personal responsable del transporte.
 - Nombre y firma del personal responsable de ingresar las muestras al laboratorio analítico.
 - Análisis de cada muestra.
 - Observaciones.

5.1.4 Manual de la Calidad

El manual de la calidad tiene como objetivo el aseguramiento de la calidad en la empresa, en este caso en el área de monitoreo ambiental. En éste se describen las disposiciones generales para asegurar la calidad en sus servicios, previniendo la aparición de no conformidades, para aplicar las acciones precisas evitando su repetición y a través de la gestión de sus procesos alcanzar la mejora continua del sistema así como la satisfacción de sus clientes.

El manual describe de manera resumida el funcionamiento del sistema de gestión de calidad definiendo para los distintos puntos de la norma las responsabilidades, procesos, procedimientos, instrucciones y registros que aplican así como un resumen de cómo se ejecuta el sistema de gestión.

En el manual se definen las responsabilidades de la Gerencia, a través de la política y objetivos de la calidad, en la que la gerencia hace referencia a su compromiso con el desarrollo e implementación del SGC y de la mejora continua.

Antes de empezar a realizar el manual de calidad es necesario identificar los procesos esenciales mediante un mapa de procesos, con el cual es posible definir la secuencia e interrelaciones de estos. El mapa de procesos de las actividades de toma de muestras en aguas se muestra a continuación.

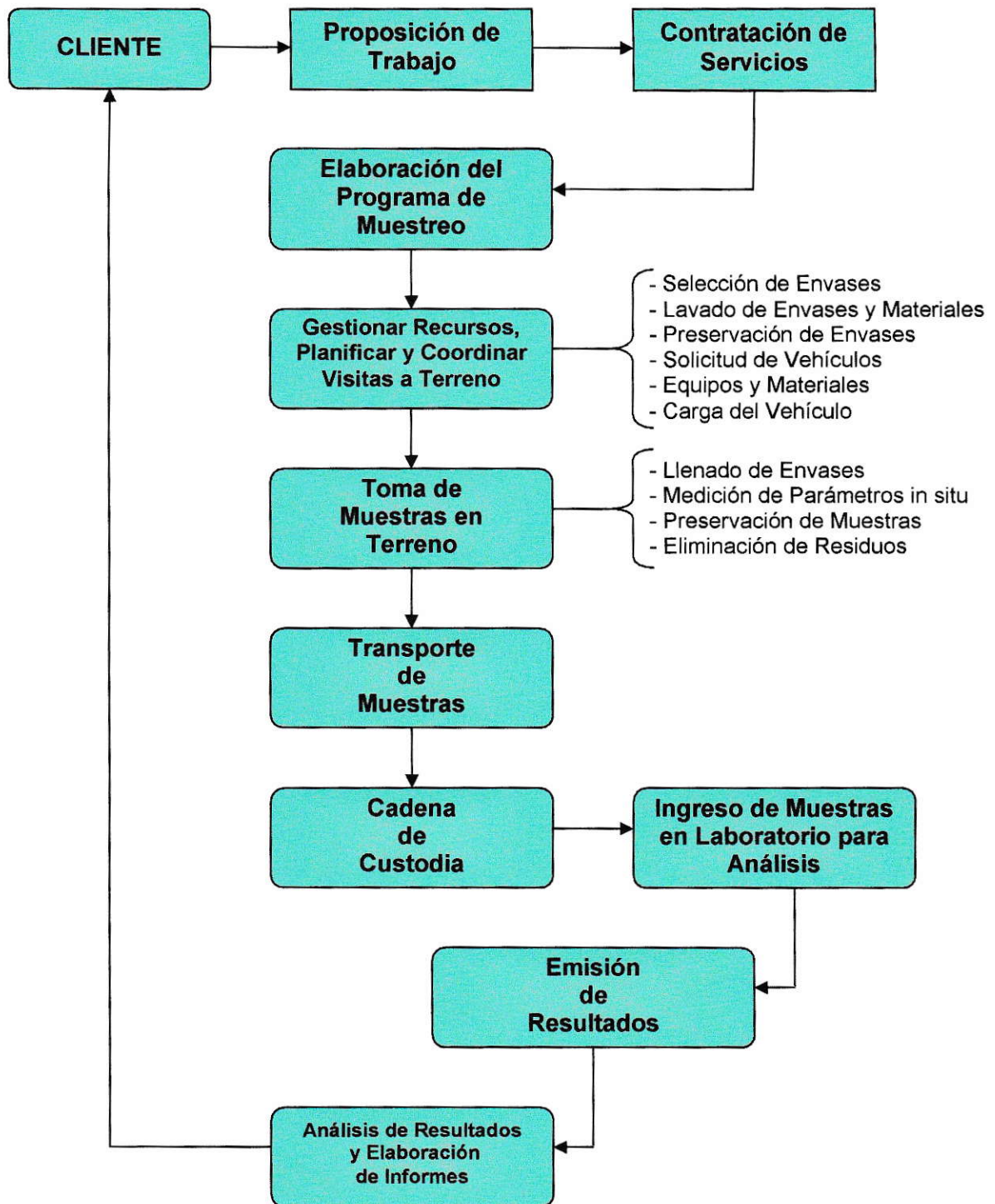


Figura 9. Mapa de procesos de las actividades de toma de muestras en aguas.

El SGC define la estructura de la organización, de acuerdo a las responsabilidades y atribuciones asignadas a cada persona. Las interrelaciones existentes en la organización se indican por medio de un organigrama general para cada proyecto, el cual se muestra a continuación.

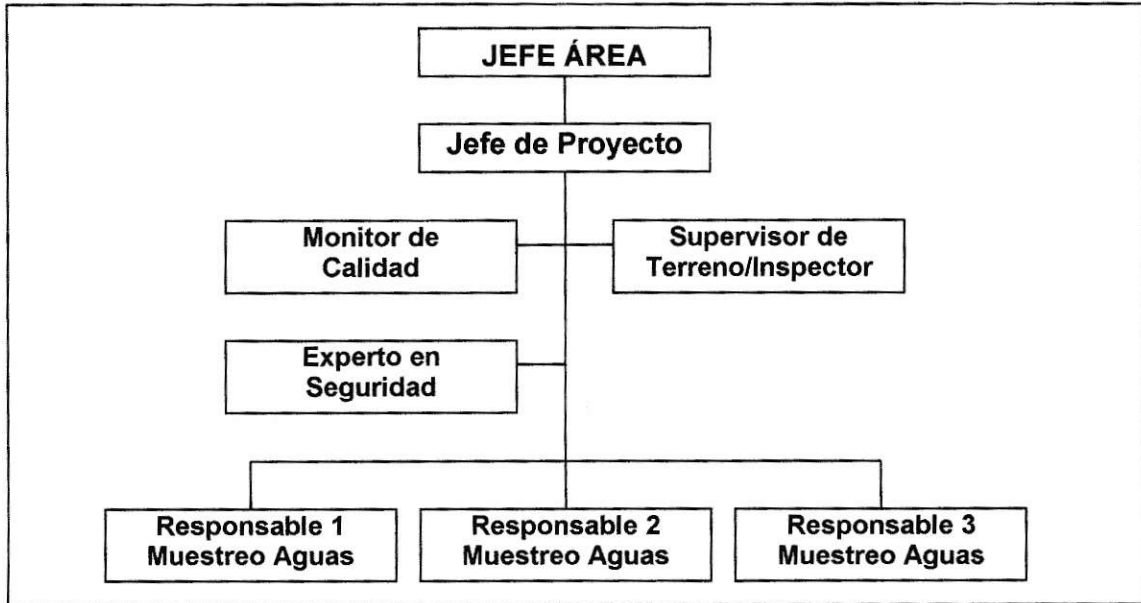


Figura 10. Organigrama general del área de monitoreo.

En este manual también se indican los documentos que describen los procesos internos del área de acuerdo a lo establecido en la norma NCh 2404, considerando las actividades de toma de muestras en aguas, competencias del personal y laboratorio.

Los documentos son:

- Procedimiento de gestión de calidad.
- Manual de calidad.

- Sistema de control de documentos. Control de la documentación de calidad del sistema a cargo del monitor de calidad designado.
- Procedimiento de gestión comercial. Incluye revisión de solicitudes, propuestas y contratos.
- Procedimiento de gestión de compras. Incluye compras de materiales e insumos, además de la selección de proveedores.
- Procedimiento de acciones correctivas y preventivas. Indica los métodos para reducir o eliminar no conformidades, con la finalidad de mantener la mejora continua.
- Procedimiento para el tratamiento de los reclamos. Procedimientos destinados para tratar los reclamos recibidos de los clientes u otros, relativos a los servicios efectuados.
- Sistema de control de registros. Este sistema deberá asegurar que el personal cuenta con los registros para efectuar sus actividades así como el control del llenado de éstos con la información referida al muestreo y cadena de custodia.
- Procedimiento para el servicio al cliente. Su objetivo es responder las consultas de los clientes en cuanto al funcionamiento del SGC implementado, el cual permite asegurar la eficacia de los muestreos y la representatividad de los resultados.
- Sistema de control de no conformidades. Control de no conformidades mediante la restricción del uso de equipos, materiales y metodologías que no cumplan con los requisitos de la norma NCh 2404 y que puedan afectar la efectividad del sistema de calidad.

- Procedimiento de auditorías internas. El área deberá efectuar periódicamente auditorías internas para evaluar y verificar el cumplimiento del SGC. En éste se describe las calificaciones del personal que realizará las auditorías.
- Procedimiento para las competencias del personal. Asegura que las competencias, en cuanto a capacitación, calificaciones, entrenamiento y experiencia del personal involucrado, sean las adecuadas para el desarrollo de las actividades de toma de muestras en aguas.
- Procedimiento para el control de los equipos. Documento en el que se describe el aseguramiento del mantenimiento apropiado de los equipos, a través de verificaciones, calibraciones y mantenciones, uso de patrones y materiales de referencia.
- Procedimiento para el control de la trazabilidad. Documento que permite el aseguramiento de la calidad de la metrología de los equipos utilizados.
- Procedimiento para la manipulación de muestras. Asegura que las muestras recolectadas deben estar correctamente identificadas para evitar confusiones y contaminación.
- Procedimiento para la elaboración de informes y entrega de información. El trabajo efectuado debe estar respaldado mediante un informe o certificados de resultados, realizados a partir de las exigencias y especificaciones del cliente. Los informes y certificados deben estar firmados por el Jefe de Área con lo que se indica que su edición ha sido aprobada.

A continuación se presenta las referencias cruzadas de los procesos internos, documentos y cláusulas de la norma NCh 2404.

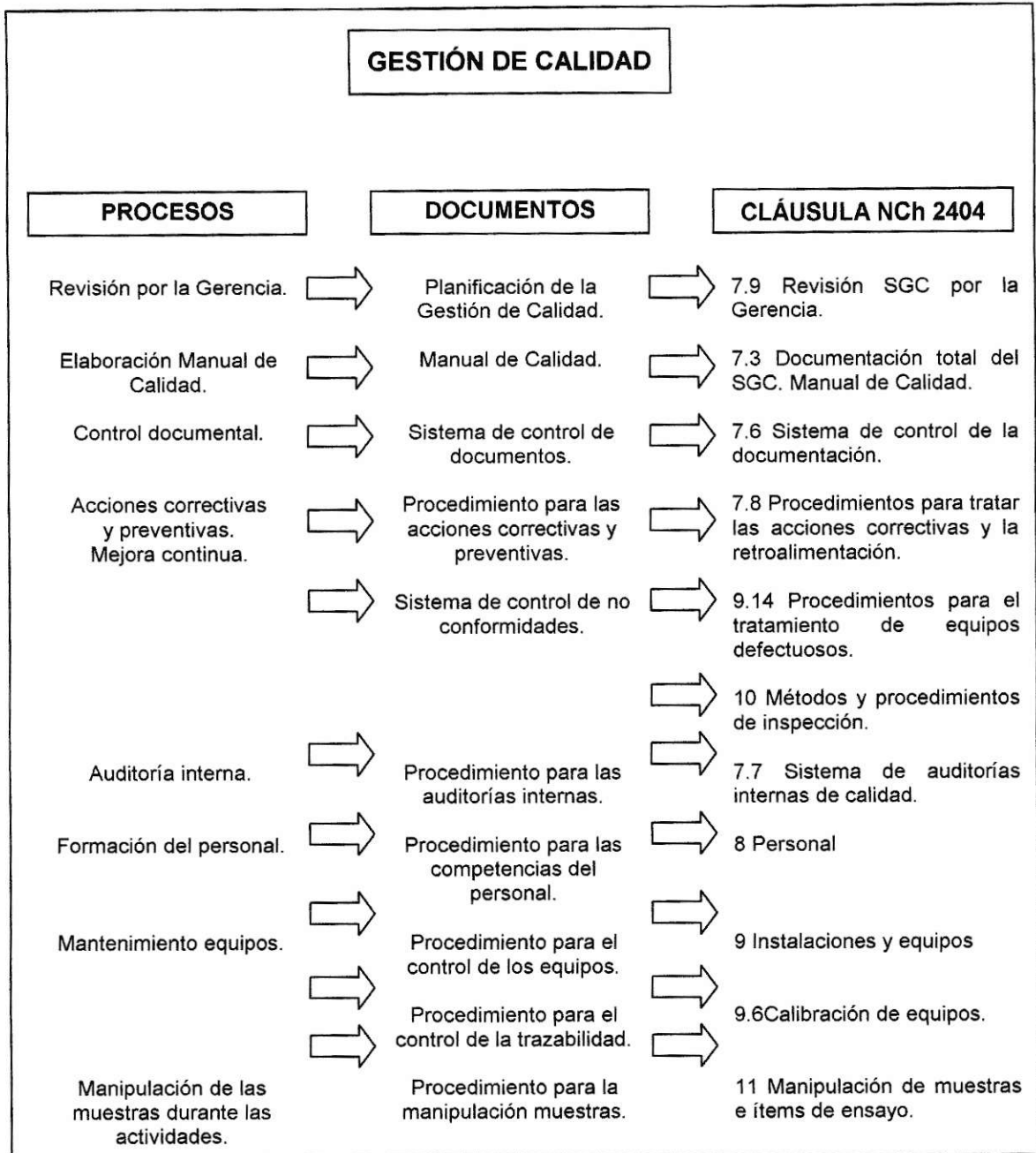


Figura 11. Referencias cruzadas para la gestión de calidad.

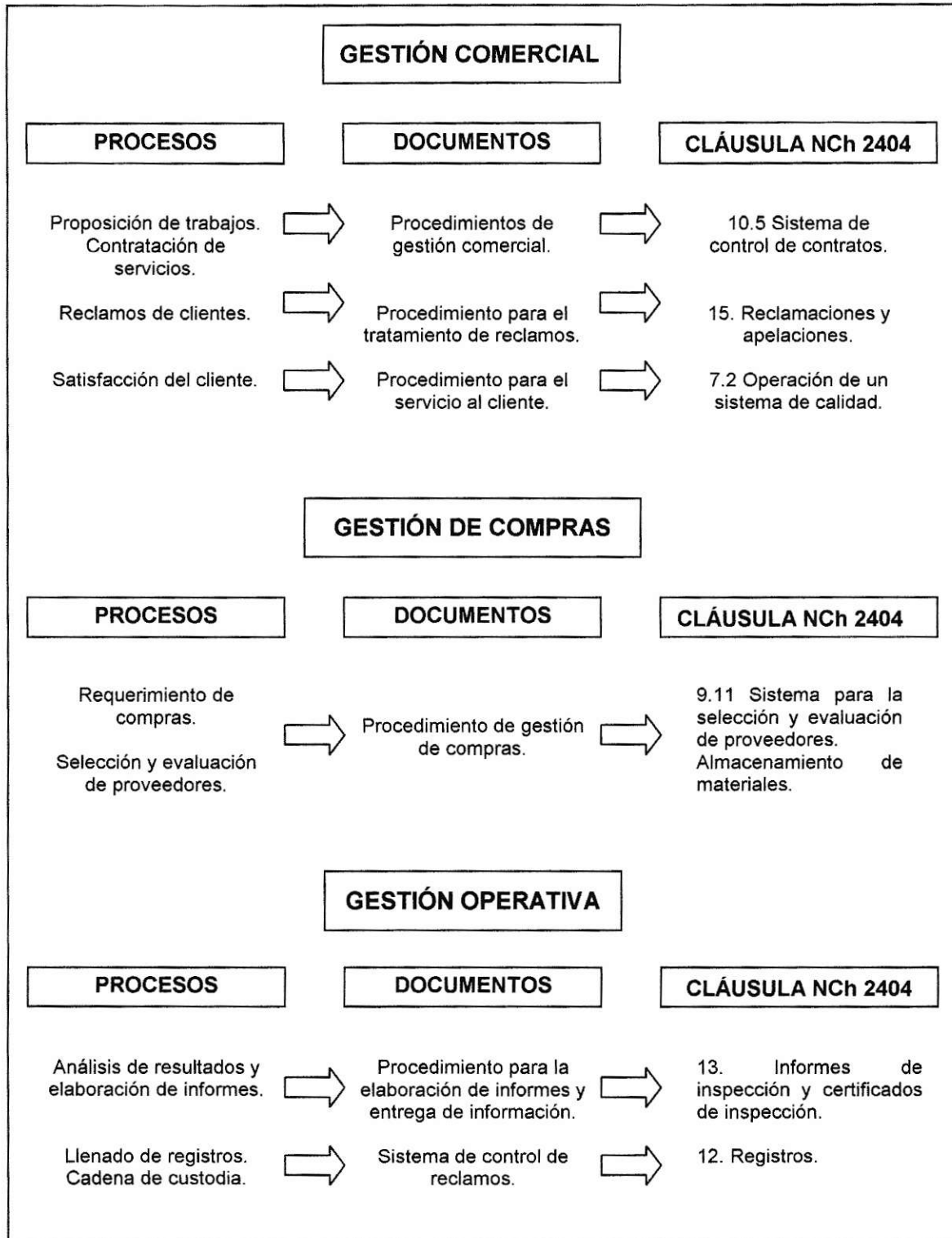


Figura 12. Referencias cruzadas para la gestión comercial, de compras y operativa.

5.1.5 Plan de la Calidad

El objetivo del Plan de la Calidad es el aseguramiento interno de la calidad proporcionando confianza a la dirección del laboratorio de monitoreo de aguas y el aseguramiento externo entregando confianza a los clientes, organismos de inspección u otros que otorguen reconocimiento.

Las variaciones de la calidad se consideran como un efecto que tiene múltiples causas. Cuando se produce algún problema se debe determinar las causas del mismo para lo cual se realiza un diagrama de causa-efecto (diagrama de espina de pescado). Por este motivo, antes de elaborar el plan de calidad fue necesario identificar las partes del proceso que puedan afectar la calidad de las actividades de toma de muestras en aguas. Una vez identificadas las causas será posible implementar las acciones correctivas y/o preventivas correspondientes.

A continuación se muestra el diagrama de causa-efecto de las actividades de toma de muestras en agua identificando todos los factores que influyen en la calidad y eficiencia de las labores tanto en terreno como en el mismo laboratorio.

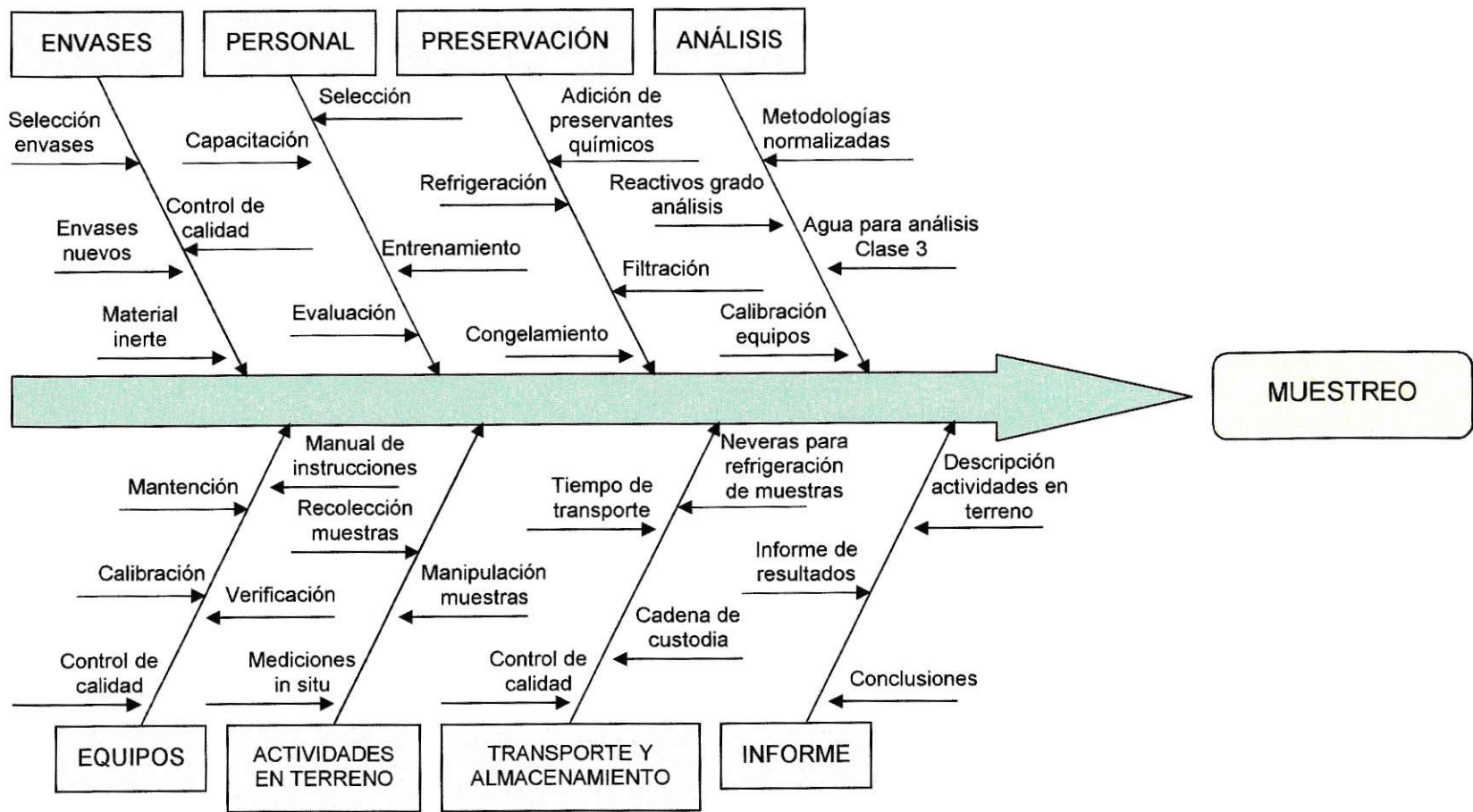


Figura 13. Diagrama causa-efecto de las actividades de toma de muestras en agua

Las acciones correctivas y/o preventivas que se deben aplicar para asegurar la calidad de las actividades de toma de muestras en agua y los procesos involucrados en ellas, consideran los siguientes puntos:

- Definición de la estructura de la organización, indicando las responsabilidades y atributos que le corresponden a cada miembro del personal.

- Elaboración de instructivos para:
 - Recolección de muestras
 - Manejo, preservación y transporte de las muestras.
 - Mediciones en terreno.
 - Recepción de envases desde el laboratorio, protegerlos y mantenerlos en condiciones según norma, hasta que sean ocupados para el muestreo.

- Procedimientos escritos para:
 - Manejo, transporte y almacenamiento, uso seguro, verificación de funcionamiento y/o calibración de todos los equipos e instrumentos involucrados en el servicio.
 - Las repeticiones, coordinaciones y avisos pertinentes, cuando se produzca un rechazo de ingreso de las muestras por parte del laboratorio. (Para el caso particular de equipo de terreno para la medición de cloro residual, se exigirá que sea contrastado previa y periódicamente (mínimo 2 veces al año) contra métodos estándar de FAS).

- Registros de Control incluyendo las fichas técnicas y hojas de vida de los equipos, lista de verificación de materiales y equipos que se debe llevar a terreno, actividades de control de calidad: gráficos o cartas de control, auditorías y revisión por la gerencia, y programas de mantención preventiva: programas de calibración y mantención.

- Control de la calidad de:
 - Equipos de terreno. Los pH-metros deben ser verificados con soluciones amortiguadoras antes de su uso. La medición de pH se controlará una vez al año por medio de una prueba de trazabilidad con material de referencia certificado. Los termómetros se controlarán una vez al mes por medio de contraste con un termómetro patrón y éste a su vez tendrá un control anual con una calibración trazable al Sistema Internacional (SI).
 - Equipos de muestreo. Todos los equipos contarán con una ficha técnica, tarjeta de identificación, manual del equipo y registros de calibración, mantención, verificación y los procedimientos documentados para su operación, basado en las instrucciones del fabricante.
 - Control de la contaminación mediante testigo de campo. La Unidad de Tecnología Analítica enviará envases lavados y preparados, además de enviar agua para análisis Clase 3 según NCh 426/2. Periódicamente, el personal responsable del muestreo deberá entregar muestras del agua para análisis sometida al mismo proceso de recolección, preservación, almacenamiento y transporte que las muestras tomadas en terreno.

- Control del laboratorio de referencia. Trimestralmente se enviará un porcentaje de las muestras tomadas en el mes a un laboratorio de referencia, para comparar los resultados de los dos laboratorios.
- Control de la limpieza. Se efectuarán blancos de equipo, consistentes en envases llenos con el agua final del enjuague de la descontaminación de los equipos, los que serán analizados para comprobar la efectividad de la limpieza.
- Muestra duplicada. Corresponden a muestras tomadas en el mismo punto de muestreo después de la recolección de las muestras, utilizando los mismos equipos y materiales. Con éstas se controla la precisión del muestreo.
- Muestras divididas. Se toma el doble del volumen de la muestra en el mismo envase y se divide para envío al laboratorio, las muestras deben ser manipuladas igual que las muestras normales.
- Muestras de matrices fortificadas. Son muestras de aguas a las cuales se les adiciona una concentración conocida de alguna sustancia química sin que lo sepa el laboratorio que las analizará, con esto se verifica la validez de los resultados obtenidos.
- Cadena de custodia de muestras. Registros que deben acompañar las muestras hasta que sean ingresadas al laboratorio analítico.

- Evaluación de la calidad. La evaluación de la calidad deberá ser realizada en forma interna mediante carta o gráficos de control, registros, auditorías internas y revisión de la gerencia, y en forma externa por medio de auditorías externas y por las auditorías de acreditación.

5.2 Implementación del Laboratorio

Antes de comenzar con la implementación del laboratorio, es necesario contar con dependencias adecuadas para el apropiado desarrollo de las actividades, luego adquirir equipos y materiales

5.2.1 Dependencias (1).

El lugar deberá estar habilitado para el lavado y preparación de material para la recolección de las muestras, también para almacenamiento de equipos y materiales para el muestreo. Las áreas del laboratorio deberán disponer de paredes y pisos lisos e impermeables, puertas que se abran en un solo sentido para evitar accidentes, y contar con los servicios básicos de red eléctrica y redes de agua potable.

El laboratorio deberá contar con llaves de pasos para agua fría y caliente. Los lavatorios serán adecuados a los elementos con que se trabajará, ser profundos para facilitar el lavado de materiales. Los grifos serán de cuello de cisne y móviles.

Si la adición de preservantes químicos se realiza en el laboratorio, éste deberá contar con una campana de extracción forzada.

En cuanto al mobiliario, los mesones del laboratorio deben ser de una altura máxima entre 75-90 cm adecuada para el personal e instrumentos. Deben ser sólidos, de material no poroso, lavables e incombustibles y estar adosados al suelo. El ancho de la superficie debe permitir un buen espacio de trabajo y favorecer la protección y funcionamiento de los equipos.

5.2.2 Adquisición de equipos y materiales

Se realiza una lista con los equipos y materiales existentes en el área de monitoreo ambiental, luego se revisan las normas para determinar que es lo que se necesita. Una vez que se determinan los equipos y materiales, se ve lo que falta para la implementación del laboratorio y se pide cotizaciones a las tiendas especializadas en monitoreo y control de aguas, seleccionando aquellos equipos que cumplen con los requisitos de la empresa y que sirven para el servicio que se quiere efectuar.

Los equipos deben contar con el certificado de calibración para verificar un funcionamiento confiable. La elección de los equipos depende del tipo de agua a muestrear.

Los equipos utilizados en los distintos tipos de agua son:

TIPO DE AGUA	EQUIPO
Agua Potable	{ - Sensor de pH/Temperatura/CE - Medidor cloro residual
Aguas Superficiales	{ - Sensor de pH/Temperatura/CE - Muestreador abierto. - Muestreador de superficie. - Muestreador de tubo cerrado. - Flotadores de superficie. - Recipientes de inmersión sellados. - Muestreador de tubo abierto. - Dispositivo de bombeo.
Aguas Subterráneas	{ - Sensor de pH / Temperatura/CE. - Sensor de oxígeno disuelto. - Muestreador de profundidad. - Dispositivo de bombeo. - Sistema de filtración. - Pozometro
Aguas Residuales	{ - Sensor de pH / Temperatura/CE - Muestreador de profundidad. - Medidor de caudal.

Figura 14. Definición de equipos para los distintos tipos de agua considerados.

Además de los equipos, para cada muestreo es necesario llevar una serie de insumos a terreno, entre los que se destacan:

- Envases para las muestras.
- Algunos reactivos químicos usados como preservantes.
- Nevera congeladora.
- Ice pack.
- Baldes para cada punto de muestreo o vaso de polipropileno de alta densidad.
- Jarros plásticos para cada punto de muestreo.
- Guantes quirúrgicos.
- Pisceta.
- Agua destilada.
- Soluciones de calibración de pH 4,01; 7,01 y 10,01
- Soluciones de calibración de conductividad.
- Solución cero oxígeno.
- Solución de limpieza de electrodos.
- Solución de almacenamiento de electrodos.
- GPS.
- Bolsas para guardar residuos.
- Elementos de protección personal (EPP).

En cuanto a los envases, su selección depende de la normativa bajo la cual se realizará el muestreo, ya que ésta define los parámetros físico-químicos a controlar. Por ejemplo, al muestrear agua destinada a fines de riego se utiliza la norma NCh 1333, para muestrear agua potable usar la norma NCh 409/1, etc.

Los envases de plástico pueden ser reutilizados, pero para evitar posible contaminación de las muestras debido a adsorción de elementos en las paredes de éstos se usan envases nuevos.

Por el contrario, los envases de vidrio son reutilizados, para lo cual son sometidos a un lavado riguroso y los envases destinados al análisis de coniformes deberán someterse a esterilización previos al uso.

A continuación se detalla los envases necesarios de acuerdo a la normativa:

Tabla 2. Envases según normativa chilena.

Normativa chilena	Envase*	Preservante	Volumen envase	Análisis
NCh 1333	P	-	1 L	Sólidos, pH, Sulfatos
	P	HNO ₃	1 L	Metales en general
	P	NaOH	500 mL	Cianuro
	Vidrio esterilizado	-	250 mL	Coliformes
NCh 409/1	P	-	1 L	Cloruro, CE, Sólidos, pH, Sulfatos
	P	HNO ₃	1 L	Metales en general
	P	H ₂ SO ₄	1 L	N, Detergente
	P	NaOH	500 mL	Cianuro
	Vidrio esterilizado	-	250 mL	Coliformes
D.S. N° 46 Tabla N° 1	P	-	1 L	Sólidos, pH, Sulfatos
	P	HNO ₃	1 L	Metales en general
	P	H ₂ SO ₄	500 mL	N, P, DQO
	P	NaOH	500 mL	Cianuro
	P	CH ₃ COOZn	500 mL	Sulfuro
	Vidrio	HCl	500 mL	Aceites y Grasas
	Vidrio	-	500 mL	Triclorometano
	Vidrio	-	500 mL	Compuestos orgánicos
D.S. N° 90 Tabla N° 1	P	-	1 L	Sólidos, pH, Sulfatos
	P	HNO ₃	1 L	Metales en general
	P	H ₂ SO ₄	500 mL	N, P
	P	NaOH	500 mL	Cianuro
	P	CH ₃ COOZn	500 mL	Sulfuro
	P	-	2 L	DBO ₅
	Vidrio	HCl	500 mL	Aceites y Grasas
	Vidrio	-	1 L	Triclorometano
	Vidrio	H ₂ SO ₄	500 mL	Detergente
	Vidrio esterilizado	-	250 mL	Coliformes

* P = Plástico, por ejemplo polietileno, PVC o PET. Generalmente se usa polietileno de alta densidad.

5.3 Muestreo

La elaboración del programa de muestreo se efectúa partir de los procedimientos documentados, de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA), en caso que exista y de las exigencias del cliente. En el programa se define los puntos de muestreo, tipos de muestras y quienes tienen la competencia de realizar la recolección.

Antes de salir a terreno se debe gestionar los recursos, planificar y coordinar con el cliente el día en que se realizará el monitoreo, la hora, los puntos a muestrear y los parámetros a determinar y/o la normativa a seguir. Durante la planificación se realizan las siguientes actividades:

- Solicitar al laboratorio analítico envases para las muestras de agua, el cual está a cargo de la selección, lavado y preparación de los envases, además de la adición de preservantes para las muestras, todo esto depende de los parámetros a determinar. Cuando el laboratorio analítico esté imposibilitado de preparar los envases, el laboratorio de monitoreo podrá recurrir a los instructivos de selección y preparación de envases, y de la preservación de las muestras por un reactivo químico, para poder efectuar las actividades.
- Recibir y revisar los envases solicitados. Los envases deben estar rotulados, indicando en su etiqueta el nombre del cliente, fecha de la recolección, punto de muestreo, preservante químico en caso que se le haya agregado alguno, análisis o norma a aplicar.
- Una vez que estén listos los envases se colocan en una nevera o cajas de plumavit con ice pack o hielo para su refrigeración y control de temperatura.

- Lavar con detergente los baldes y jarros plásticos que se usan para tomar las muestras. Los recipientes utilizados en la recolección de muestras destinadas a análisis de detergente o poder espumógeno no deben ser lavados con detergente, sólo lavarlos con abundante agua, esto último también es aplicable a la preparación de los envases que contienen las muestras.
- Someter los sensores (pH, cloro residual, etc.) a una verificación mediante soluciones patrón u otro medio y si es necesario, calibrar.
- Revisar lista con insumos a llevar, entre estos se encuentran guantes, pisceta con agua destilada, papel absorbente, cinta adhesiva. En caso que falten o se encuentren en mal estado, serán reemplazados por otros mejores o por insumos nuevos.
- Guardar los registros del monitoreo, los que deben ser llenados en el transcurso de las actividades.
- Revisar el vehículo a utilizar, verificando que no presente fallas técnicas, que cuente con herramientas para su refacción en caso que se necesite y que sea seguro para los pasajeros y para el traslado de las muestras.
- Guardar la ropa de seguridad: cotona u overol, zapatos de seguridad, casco, guantes, gafas, botas para agua, etc.
- Cargar el vehículo y amarrar las cosas para evitar que se muevan o caigan de éste.
- Realizar guía de despacho, indicando en ésta las cosas que se transportan en el vehículo y la información del lugar de destino. Se entrega una copia en portería.

Una vez en terreno, se realiza el muestreo de acuerdo a lo indicado en los procedimientos documentados, instructivos y especificaciones. Se realizan las mediciones in situ de temperatura, pH y otros parámetros solicitados por el cliente.

En el llenado de los envases tomar las siguientes consideraciones:

- Envases que contienen las muestras destinadas a análisis de parámetros físico-químicos deben ser llenados totalmente para que no se produzcan interacciones con el aire y no haya agitación durante el transporte de la muestra, con esto se evitan modificaciones en el contenido de la muestra de agua.
- Los envases con muestras destinadas a análisis microbiológico no se llenan completamente, se deja un espacio entre la tapa y la muestra para mantener la concentración de oxígeno.

A medida que los envases son llenados con las muestras de agua se van colocando en la nevera para ser refrigerados y transportados. Al regresar al lugar de partida, inmediatamente, se deben ingresar las muestras al laboratorio analítico para que realicen el análisis respectivo. Cuando los resultados de los análisis estén listos, el laboratorio analítico emitirá un certificado con éstos, el cual es enviado al personal a cargo del muestreo. Luego una persona realizará el análisis de los valores obtenidos y elaborará un informe que será entregado al cliente, notificando las condiciones en que se hizo el muestreo, los resultados, conclusiones y/o comentarios.

En las visitas a terreno se realizó el muestreo de aguas residuales (RILes y aguas servidas) y agua potable. Las muestras obtenidas fueron analizadas en el laboratorio de muestras ambientales de la Unidad de Tecnología Analítica de CIMM T&S S. A. El análisis se hizo de acuerdo a las normas NCh 2313 y en caso de no existir norma chilena sobre el método de ensayo para un determinado parámetro se utiliza la última edición del "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater". En el análisis de las muestras de agua potable se utiliza, además de los textos antes mencionados, el Manual de Análisis físico-químicos de agua potable de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). El método de análisis y límites de detección se indican en el Anexo.

Los resultados obtenidos del análisis fueron comparados con los límites máximos establecidos en la normativa chilena vigente.

Los resultados del RIL se comparan con lo establecido en la Tabla N°1 "Límites Máximos Permitidos para la Descarga de Residuos Líquidos a Cuerpos de Agua Fluviales" del D. S. N° 90/00, por tratarse de emisiones de aguas residuales a aguas superficiales.

Los resultados de aguas servidas se comparan con lo establecido en la Tabla N°1 "Límites Máximos Permitidos para Descargar Residuos Líquidos en Condiciones de Vulnerabilidad Media" del D. S. N° 46/02, por tratarse de efluentes de una planta de tratamiento de aguas servidas a aguas subterráneas.

Los resultados de agua potable se comparan con lo establecido en la norma NCh 409/1. Of 84, específicamente en Tabla N° 1 "Requisitos físicos", Tabla N° 2 "Contenido Máximo de Elementos y Sustancias Químicas", Requisitos de Desinfección (concentración residual mínima de cloro libre) y Requisitos Bacteriológicos (microorganismos de origen fecal).

Los muestreos de agua potable se realizaron de acuerdo a las normas antiguas de agua potable, pues la oficialización de las nuevas aún no se llevaba a cabo. Durante el segundo semestre del año 2006 se realizó la oficialización de las normas NCh 409 para agua potable, en las cuales se modificaron los límites máximos permisibles de algunos contaminantes.

La recolección de las muestras del RIL y de las aguas servidas se realizó durante el período comprendido entre los meses de enero a mayo, en un mismo punto. En cambio, la recolección de las muestras de agua potable se hizo en un solo mes y en tres puntos diferentes de una red de distribución. La ubicación de los puntos de muestreo es información confidencial por lo cual no se indica en este escrito.

En la Tabla 3 se muestran los datos obtenidos de los análisis de las muestras.

Tabla 3. Resultados obtenidos de Análisis de una muestra de RIL durante el año 2006.

Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	D.S. N°90/00
pH	-	8,37	-	7,38	-	7,70	6,0-8,5
Temperatura	° C	29,00	-	26,6	-	23,5	35
SST	mg/L	< 10	-	< 10	-	< 10	80
A y G	mg/L	< 5	-	< 5	-	< 5	20
HC Fijos	mg/L	< 5	-	< 5	-	< 5	10
DBO ₅	mg O ₂ /L	3	-	2,0	-	3,0	35
As	mg/L	< 0,005	-	< 0,005	-	< 0,005	0,5
Cd	mg/L	< 0,005	-	< 0,005	-	< 0,005	0,01
CN ⁻	mg/L	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	0,2
Cu Total	mg/L	< 0,05	-	< 0,05	-	< 0,05	1
Cr ⁺⁶	mg/L	< 0,01	-	< 0,01	-	< 0,01	0,05
P	mg/L	< 0,5	-	< 1	-	< 0,5	10
Hg	mg/L	<0,0005	-	<0,0005	-	<0,0005	0,001
Mo	mg/L	< 0,01	-	< 0,01	-	< 0,01	1
Ni	mg/L	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	0,2
NKT	mg/L	1,0	-	2,0	-	4,0	50
Pb	mg/L	< 0,02	-	< 0,02	-	< 0,02	0,05
SO ₄ ⁼	mg/L	938	-	945	-	829	1.000
S ⁼	mg/L	< 0,5	-	< 0,5	-	< 0,5	1
Zn	mg/L	0,44	-	0,2	-	0,3	3
CHCl ₃	mg/L	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	0,2
Col. Fecales	NMP/100mL	2,0	-	< 2,0	-	< 2,0	1.000
Fe disuelto	mg/L	< 0,1	-	0,3	-	< 0,1	5
Mn	mg/L	< 0,05	-	< 0,05	-	< 0,05	0,3
Al	mg/L	< 1,0	-	< 1	-	< 1	5
B	mg/L	< 0,5	-	< 0,5	-	< 0,5	0,75
Cl ⁻	mg/L	80	-	86	-	76	400
Índice Fenol	mg/L	< 0,002	-	< 0,002	-	< 0,002	0,5
F ⁻	mg/L	0,3	-	0,3	-	0,2	1,5
C ₆ HOCl ₅	mg/L	< 0,005	-	< 0,005	-	< 0,005	0,009
PE	mm	< 5	-	< 5	-	< 5	7
Se	mg/L	< 0,005	-	< 0,005	-	< 0,005	0,01

Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	D.S. N°90/00
C_2Cl_4	mg/L	< 0,001	-	< 0,01	-	< 0,01	0,04
$C_6H_5CH_3$	mg/L	< 0,05	-	< 0,05	-	< 0,05	0,7
$C_6H_4(CH_3)_2$	mg/L	< 0,05	-	< 0,05	-	< 0,05	0,5

En los meses de febrero y abril no se realizó el muestreo debido a imposibilidad de ingresar a los puntos de muestreo por trabajos efectuados en sus alrededores.

Todos los parámetros determinados cumplen con los límites establecidos en el D.S. N°90/00.

Tabla 4. Resultados Análisis de una muestra de Aguas Servidas durante el año 2006.

Parámetro	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	D.S. N°46/02
pH	-	7,15	7,32	7,61	7,50	7,05	6,0-8,5
A y G	mg/L	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	10
As	mg/L	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<0,005	< 0,005	0,01
Cd	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	<0,001	< 0,001	0,002
CN ⁻	mg/L	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,2
Cu Total	mg/L	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	1
Cr ⁺⁶	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05
Hg	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,005	<0,0005	0,001
Mo	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	1
Ni	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,2
NKT	mg/L	7,60	7,00	26,00	28,00	10,00	10
NO ₃ ⁻ + NO ₂ ⁻	mg/L	7,00	6,10	20,48	5,40	8,09	10
Pb	mg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,05
SO ₄ ⁼	mg/L	101,00	121,00	70,00	77,00	105,00	250
S ⁼	mg/L	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	1
Zn	mg/L	0,35	0,05	0,13	0,31	0,42	3
CHCl ₃	mg/L	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,2
Fe	mg/L	0,30	0,10	0,70	0,90	0,30	5
Mn	mg/L	0,07	0,07	0,09	0,07	0,05	0,3
Al	mg/L	< 1,00	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	5
B	mg/L	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	0,75
Cl ⁻	mg/L	44,00	71,00	48,00	59,00	57,00	250
F ⁻	mg/L	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	1,5
C ₆ HOCl ₅	mg/L	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<0,005	< 0,005	0,009
Se	mg/L	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<0,005	< 0,005	0,01
C ₂ Cl ₄	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,04
C ₆ H ₅ CH ₃	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,7
C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,5
C ₆ H ₆	mg/L	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<0,005	< 0,005	0,01

Nota: Los resultados indicados en color rojo corresponden a valores que no cumplen con los límites máximos establecidos por las normas con las cuales se compara.

Tabla 5. Resultados Análisis de una muestra de Agua Potable durante el año 2006.

Parámetro	Unidad	Punto 1	Punto 2	Punto 3	NCh 409/1 Of84
pH	-	7,37	6,36	6,41	6,0-8,5
Temperatura	° C	20,2	19,4	19,3	-
Turbiedad	NTU	0,3	25	0,5	5
Color Verdadero	Escala Pt-Co	< 5	< 5	< 5	20
Olor	-	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Sabor	-	-	-	-	Insípida
NH ₃	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,25
As	mg/L	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05
Cd	mg/L	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01
CN ⁻	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2
Cl ⁻	mg/L	15	16	15	250
Cu	mg/L	0,05	< 0,05	0,15	1
Cr ⁺⁶	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05
Detergente	mg/L	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,5
Fenol	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002
F	mg/L	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1,5
Fe	mg/L	0,1	6	0,1	0,3
Mg	mg/L	9,4	9,9	9,5	125
Mn	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,1
Hg	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,001
NO ₃ ⁻	mg/L	2,7	1,4	2,8	10
NO ₂ ⁻	mg/L	< 0,004	0,013	< 0,004	1
Pb	mg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,05
Se	mg/L	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01
Residuos Sólidos Filtrables	mg/L	411	385	410	1.000
SO ₄ ⁼	mg/L	80	78	81	250
Zn	mg/L	0,55	0,67	0,15	5
Col. Fecales	NMP/100 mL	< 2,0	< 2,0	< 2,0	-
Col. Totales	NMP/100 mL	< 2,0	< 2,0	< 2,0	-
Cloro Residual	mg/L	0,22	0,12	0,04	0,2

Nota: Los resultados indicados en color rojo corresponden a valores que no cumplen con los límites máximos establecidos por las normas con las cuales se compara.

En la Tabla N° 4 se observa que en los meses de marzo y abril la concentración de nitrógeno total Kjeldahl sobrepasa el límite máximo establecido en la norma correspondiente para ese parámetro y sólo en abril se sobrepasa el nitrógeno como nitrito y nitrato. Los demás parámetros considerados cumplen con los límites establecidos en la norma de emisión de aguas residuales a aguas subterráneas.

En la Tabla N° 5, se observa que en el punto 2 se sobrepasa la concentración de hierro disuelto, lo que se debe a la presencia de óxido de hierro (Fe_2O_3) en el calentador de agua correspondiente a ese punto. La presencia de este óxido hace que el agua sea de color amarillo oscuro, por lo cual la turbiedad del agua en ese punto es mayor.

En cuanto a la concentración de cloro residual, el único que cumple con la concentración residual mínima de cloro libre de 0,20 mg /L en cualquier punto de la red de distribución es el punto – 1. Los dos puntos restantes se encuentran por debajo del valor normado, lo que indicaría que el agua suministrada como agua potable no cumple con el requisito de desinfección y se considera como agua no apta como potable.

Cabe señalar que el área no tiene un laboratorio en forma exclusiva sólo para monitoreo de aguas ya que es un poco ostentoso, pues las necesidades de su existencia radican en la utilización de un lugar para la verificación y/o calibración de los equipos que se utilizan en terreno (pH-metro, medidor de oxígeno disuelto y medidor de cloro residual) y para el lavado de materiales.

Se espera que más adelante, sea posible realizar la preparación de los envases y adición de preservantes químicos a estos en el laboratorio de monitoreo. Actualmente, estas acciones las lleva a cabo el Área de Tecnología Analítica de CIMM T&S S.A., que tiene diversas certificaciones de calidad y que también se encarga de la realización de los análisis químicos de las muestras de aguas.

La implementación de cualquier sistema de gestión de la calidad tiene poca aceptación en el personal involucrado, debido a la gran cantidad de documentación (procedimientos, instructivos, registros, etc.) que deben conocer plenamente. A veces resulta engorrosa la existencia de tantos documentos que especifican asuntos que muchos conocen y que han hecho durante tanto tiempo, pero que ahora deben ser realizarlos de acuerdo a dichos documentos. A pesar de esto, su aplicación, entre otras cosas, tiene muchas ventajas en cuanto a competir con otras empresas que no lo tienen implementado.

De esta competencia nace la principal necesidad de seguir implementando sistemas de calidad, de gestión ambiental y de seguridad y salud ocupacional en las empresas.

Las acreditaciones e implementaciones de estos sistemas no solo tienen implicancia en la competencia en el mercado, sino que también en la búsqueda de satisfacer las necesidades del cliente y de los mismos empleados.

La documentación de calidad se realizó con el apoyo de un gran número de normas chilenas de calidad de aguas, de emisión, homologadas de normas internacionales y de calibración.

Para que los documentos sean válidos durante la acreditación, se deben adquirir copias originales de estas normas en el INN, no se debe usar fotocopias.

Se realizaron varias visitas a terreno para verificar condiciones de terreno y además realizar algunos servicios de muestreo de calidad de aguas en algunas empresas. Entre estas visitas, se realizaron los muestreos cuyos resultados de análisis químico se indican en las Tablas N°3 a la N°5.

En la Tabla N°3 se aprecia que todos los parámetros analizados cumplen con los límites máximos permisibles indicados en el decreto supremo N° 90/00. En los meses de febrero y abril, no se realizó el muestreo debido a la imposibilidad de ingresar a los puntos de muestreo ubicados en la ribera de un río.

En la Tabla N° 4 se observa en forma general que los parámetros cumplen con los límites permitidos para la emisión de aguas residuales a aguas subterráneas.

Las aguas residuales provienen de una planta de tratamiento, la cual desde unos meses ha presentado fallas por lo que las concentraciones de nitrógeno (total y como nitritos y nitratos) se ven superadas, situación que se sigue repitiendo en el año 2007.

En cuanto a la Tabla N°5, ésta indica resultados de un muestreo de agua potable en distintos puntos de una red de distribución. Hay dos parámetros que se encuentran fuera de la norma de agua potable: hierro disuelto y cloro residual.

El primero se debe a falta de mantenimiento en un calentador de agua, el cual está liberando óxido y el segundo a que en dos puntos del sistema de agua potable, la concentración de cloro residual se encuentra bajo la norma lo que implica que el agua no cumple con los requisitos de desinfección, por lo que se puede considerar como agua no potable.

La mayoría de los clientes que solicitan servicios de monitoreo de calidad de aguas sólo piden que en los informes se indique si los resultados registrados in situ y los de análisis químico cumplen o no con la normativa chilena correspondiente. Generalmente, no se realiza un mayor análisis de éstos.

VII. CONCLUSIONES

El proceso de acreditación es complejo, antes de someter alguna actividad a este es necesario cumplir con todos los requisitos establecidos en la norma por la cual se llevará a efecto la acreditación.

Se deberá completar el laboratorio de monitoreo con las cosas que faltan para poder realizar la preparación y adición de preservantes a los envases. Cabe señalar que en este laboratorio nunca se realizarán análisis químicos, pues éstos los realiza otra área de la empresa.

La adquisición de equipos y materiales para el muestreo en las distintas matrices de aguas es necesario para poder cumplir con algunos requisitos de la norma NCh 2404 y posteriormente para la realización de adecuados servicios de monitoreo.

Es imprescindible que el personal involucrado en las actividades de muestreo se mantenga en constante capacitación en cuanto a las normas, metodologías y técnicas de muestreo y análisis, así como en la documentación elaborada para el sistema de calidad.

Es importante la interacción con el personal durante el desarrollo de los documentos para conocer su opinión y poder incluir aportes importantes a partir de la mayor experiencia de algunos de éstos.

Al cumplir con la formación y acreditación del personal de terreno, tener la infraestructura necesaria para llevar a cabo los muestreos y establecer y documentar un sistema de gestión de calidad, será posible cumplir con el objetivo principal de este Seminario de Título: conseguir la acreditación de las actividades de toma de muestras en aguas.

VIII. REFERENCIAS

- (1) ASOCIACIÓN CHILENA DE SEGURIDAD. 1996. Manual de seguridad en laboratorios. Segunda edición. ACHS. 60 p.
- (2) COMISIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE. Normativa ambiental. [en línea] <<http://www.conama.cl>> [consulta: período octubre 2005 – agosto 2006]
- (3) COMISIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE REGIÓN METROPOLITANA. Agua. [en línea] <<http://www.conamarm.cl>> [consulta: período octubre 2005 – agosto 2006]
- (4) D.S. N° 46/02. CHILE. Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas. Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Santiago, Chile, publicado en diario oficial el 17 de enero de 2003. 15 p.
- (5) D.S. N° 90/00. CHILE. Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Santiago, Chile, publicado en diario oficial el 07 de marzo de 2001. 15 p.
- (6) D.S. N° 609/98. CHILE. Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado. Ministerio de Obras Públicas, Santiago, Chile, publicada en diario oficial el 20 de julio de 1998. 18 p.
- (7) EVERETT, L.G. Groundwater monitoring, guidelines and methodology for developing and implementing a groundwater quality monitoring program. En su: Chapter II: Groundwater monitoring methodology. Section 2: Groundwater quality. Constituents in polluted groundwater. Genium publishing corporation, 1984. pp. 13 – 41.

- (8) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 1984. Agua potable – Parte 1: Requisitos. NCh 409/1. Of 2005. Santiago, Chile. INN. 10 p.
- (9) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 1984. Agua potable – Parte 2: Muestreo. NCh 409/2. Of 2004. Santiago, Chile. INN. 8 p.
- (10) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 1996. Calidad del agua – Vocabulario. NCh 410. Of 1996. Santiago, Chile. INN. 68 p.
- (11) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 1996. Calidad del agua – Muestreo – Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo. NCh 411/1. Of 1996. Santiago, Chile. INN. 24 p.
- (12) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 1996. Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo. NCh 411/2. Of 1996. Santiago, Chile. INN. 15 p.
- (13) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 1996. Calidad del agua – Muestreo – Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras. NCh 411/3. Of 1996. Santiago, Chile. INN. 40 p.
- (14) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 1997. Calidad del agua – Muestreo – Parte 4: Guía para el muestreo de lagos naturales y artificiales. NCh 411/4. Of 1997. Santiago, Chile. INN. 8 p.
- (15) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 1998. Calidad del agua – Muestreo – Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua. NCh 411/6. Of 1998. Santiago, Chile. INN. 14 p.
- (16) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 2005. Calidad del agua – Muestreo – Parte 10: Muestreo de aguas residuales – Recolección y manejo de las muestras. NCh 411/10. Of 2005. Santiago, Chile. INN. 61 p.

- (17) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 1998. Calidad del agua – Muestreo – Parte 11: Guía para el muestreo de aguas subterráneas. NCh 411/11. Of 1998. Santiago, Chile. INN. 16 p.
- (18) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 1978. Requisitos de calidad del agua para diferentes usos. NCh 1333. Of 1978 Mod. 1987. Santiago, Chile. INN. 9 p.
- (19) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 1997. Criterios generales para la operación de organismos de inspección. NCh 2404. Of 1997 EN 45004. Santiago, Chile. INN. 14 p.
- (20) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 2002. Incertidumbre – Parte 2: Ejemplos para la expresión de la incertidumbre de medida en la calibración. NCh 2631. Of 2002. Santiago, Chile. INN. 31 p.
- (21) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 2002. Directrices para la aplicación de NCh – ISO 17025 en los laboratorios que realizan ensayos y análisis químicos. NCh 2725. Of 2002. Santiago, Chile. INN.
- (22) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 2002. Procedimiento para la calibración de medidores de pH. NCh 2737. Of 2002. Santiago, Chile. INN. 18 p.
- (23) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 2003. Directrices para la determinación de sistemas de gestión de la calidad. NCh-ISO 10013. Of 2003. Santiago, Chile. INN. 14 p.
- (24) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 2004. Reglamento para la acreditación de organismos de evaluación de la conformidad. INN-R401. Santiago, Chile. INN. 15 p.

- (25) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Catálogo de normas. [en línea].
<<http://www3.inn.cl/ventas/normas/portada/index.php>> [consulta: período
octubre 2005 – agosto 2006]
- (26) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Acreditación. [en línea].
<<http://www3.inn.cl/acreditacion/portada/index.php>> [consulta: período octubre
2005 – agosto 2006]
- (27) SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS. 1997. Manual de
análisis físico-químicos de agua potable. SISS. 233 p.

ANEXOS

ANEXO. Metodologías de Análisis y Límites de Detección.

En las siguientes tablas se indica la metodología de análisis químico y sus respectivos límites de detección, para las distintas matrices de agua.

Tabla 6. Norma NCh-409/1: Agua par Fines de Consumo Humano.

Elemento	Método	Límite de Detección [mg/L]
Amoníaco (N-NH ₃)	Espect. UV-Visible Manual SISS	0.25
Arsénico	Absorción Atómica G. Hidruros Manual SISS	0.005
Cadmio	Absorción Atómica Manual SISS	0.01
Cianuro	Dest./Espect. UV-Visible Manual SISS	0.1
Cloruro	Potenciometría Manual SISS	5
Cu	Absorción Atómica Manual SISS	0.05
Color Verdadero	Comparativo Manual SISS	5 Pt-Co
Compuestos Fenólicos	Espect. UV-Visible Manual SISS	0.002
Coliformes Tot. y Fec.	Tubos Múltiples	2 NMP/100 mL
Cr hexavalente	Espect. UV-Visible Manual SISS	0.05
Detergente	Espect. UV-Visible Manual SISS	0.2
Fluoruro	Electrodo Específico Manual SISS	0.2
Hierro	Absorción Atómica Manual SISS	0.1
Magnesio	Absorción Atómica Manual SISS	0.1
Manganeso	Absorción Atómica Manual SISS	0.05
Mercurio	Vapor frío/Abs. Atómica Manual SISS	0.001
N-Nitrato	Espect. UV-Visible Manual SISS	0.2
N-Nitrito	Espect. UV-Visible Manual SISS	0.004
pH	Potenciometría Manual SISS	--

Elemento	Método	Límite de Detección [mg/L]
Olor	Organoléptico Manual SISS	Inodora
Plomo	Absorción Atómica Extracción Manual SISS	0.02
Residuos Sólidos Filtrables	Gravimetría Manual SISS	10
Sabor	Organoléptico Manual SISS	Insípida
Selenio	Absorción Atómica G. Hidruros Manual SISS	0.005
Sulfato	Gravimetría Manual SISS	5
Turbidez	Nefelometría Manual SISS	0.3 NTU
Zn	Absorción Atómica Manual SISS	0.02

Tabla 7. Norma NCh 1333: Agua para Fines de Riego.

Elemento	Método	Límite de Detección [mg/L]
pH	Potenciometría Manual SISS	---
Conductividad Eléctrica	Conductivimetría Part.2510B Standard Methods	---
Calcio	Absorción Atómica Part.3111-D Standard Methods	0.1
Sodio	Absorción Atómica Part.3111-B Standard Methods	0.1
Potasio	Absorción Atómica Part.3111-B Standard Methods	0.1
Aluminio	Absorción Atómica Part.3111-D Standard Methods	1
Arsénico	Absorción Atómica-G. Hidruros Manual SISS	0.005
Bario	Absorción Atómica Part.3111-D Standard Methods	0.5
Berilio	Absorción Atómica Part.3111-D Standard Methods	0.03
Boro	ICP/Optico Part.3120-B Standard Methods	0.5

Elemento	Método	Límite de Detección [mg/L]
Cadmio	Absorción Atómica Manual SISS	0.01
Cianuro Total	Dest./Espect. UV-Visible Manual SISS	0.10
Cloruro	Potenciometría Manual SISS	2
Cobalto	Absorción Atómica Part.3111-B Standard Methods	0.05
Cobre	Absorción Atómica Manual SISS	0.05
Cromo	Absorción Atómica Part.3111-B Standard Methods	0.05
Fluoruro	Ión específico Manual SISS	0.2
Hierro	Absorción Atómica Manual SISS	0.1
Litio	Absorción Atómica Part.3111-B Standard Methods	0.05
Manganeso	Absorción Atómica Manual SISS	0.02
Mercurio	Vapor frío/Abs.Atómica Manual SISS	0.001
Molibdeno	Absorción Atómica Extracción Part.3111-D Standard Methods	0.01
Níquel	Absorción Atómica Part.3111-B Standard Methods	0.1
Plata	Absorción Atómica Part.3111-B Standard Methods	0.02
Plomo	Absorción Atómica Extracción Manual SISS	0.02
Se	Absorción Atómica Generación de Hidruros Manual SISS	0.005
Sodio Porcentual	Absorción Atómica Part.3111-B Standard Methods	---
Sulfato	Gravimetría Manual SISS	5
Vanadio	ICP/Optico Part.3120-B Standard Methods	0.1
Zn	Absorción Atómica Manual SISS	0.02

Tabla 8. D.S. N° 90 Tabla 1: Análisis de Residuos Líquidos Descargados a Cuerpos de Aguas Fluviales.

Elemento	Método	Límite de Detección [mg/L]
Aceites y Grasas	Partición/Gravimetría NCh 2313/6	5
Aluminio	Absorción Atómica NCh 2313/10	1
Arsénico	Absorción Atómica Generación de Hidruros NCh 2313/9	0.005
Boro	ICP/Optico NCh 2313/25	0.5
Cadmio	Absorción Atómica NCh 2313/10	0.01
Cianuro Total	Dest./Espect. UV-Visible NCh2313/14	0.1
Cloruro	Potenciometría NCh 2313/32	2
Cobre	Absorción Atómica NCh 2313/10	0.05
Índice de Fenol	Espect. UV-Visible NCh 2313/19	0.002
Cr hexavalente	Espect. UV-Visible NCh 2313/11	0.02
Coliformes Fecales	Tubos Múltiples NCh 2313/23	2 NMP/100 mL
DBO ₅	Método Winkler NCh 2313/11	2
Fósforo	Espect. UV-Visible NCh 2313/15	1
Flúor	Electrodo Específico NCh 2313/33	0.2
Hidrocarburos Fijos	Cromatografía NCh 2313/7	5
Hierro disuelto	Absorción Atómica NCh 2313/10	0.1
Manganeso	Absorción Atómica NCh 2313/10	0.05
Mercurio	Abs. Atómica Vapor Frío	0.0005
Molibdeno	Abs. Atómica Extracción	0.01
Níquel	Absorción Atómica NCh 2313/10	0.1
N Total	Kjeldahl NCh 2313/28	1
Pentaclorofenol	Cromatografía NCh 2313/29	0.005
pH	Potenciometría NCh 2313/1	---
Plomo	Abs. Atómica Extracción NCh2313/10	0.02
Poder Espumógeno	Medida de Altura NCh 2313/21	5 mm
Selenio	Abs. Atómica G. Hidruro NCh2313/30	0.005
TSS	Gravimetría NCh 2313/3	10
Sulfatos	Gravimetría NCh 2313/18	5
Sulfuro	E. Específico NCh 2313/17	1

Elemento	Método	Límite de Detección [mg/L]
Tetracloroetano	Cromatografía NCh 2313/20	0.01
Tolueno	Cromatografía NCh 2313/31	0.05
Triclorometano	Cromatografía NCh 2313/20	0.1
Xileno	Cromatografía NCh 2313/31	0.05
Zinc	Absorción Atómica NCh 2313/10	0.02

Tabla 9. D.S. N° 46 Tabla 1: Análisis de Residuos Líquidos Descargados a Aguas Subterráneas.

Elemento	Método	Límite de Detección [mg/L]
Aceites y Grasas	Partición/Gravimetría NCh 2313/6	5
Aluminio	Absorción Atómica NCh 2313/10	1
Arsénico	Absorción Atómica Generación de Hidruros NCh 2313/9	0.005
Benceno	Cromatografía NCh 2313/31	0.005
Boro	ICP/Optico NCh 2313/25	0.5
Cadmio	Absorción Atómica NCh 2313/10	0.01
CN Total	Dest./Espect. UV-Visible NCh2313/14	0.1
Cloruro	Potenciometría NCh 2313/32	2
Cobre	Absorción Atómica NCh 2313/10	0.05
Cr hexavalente	Espect. UV-Visible NCh 2313/11	0.02
Flúor	Electrodo Específico NCh 2313/33	0.2
Hierro	Absorción Atómica NCh 2313/10	0.1
Manganeso	Absorción Atómica NCh 2313/10	0.05
Mercurio	Abs. Atómica Vapor Frío	0.0005
Molibdeno	Abs. Atómica Extracción	0.01
Níquel	Absorción Atómica NCh 2313/10	0.1

Elemento	Método	Límite de Detección [mg/L]
N-Nitrato	Espect.UV-Visible Part.4500 NO ₃ Standard Methods	0.2
N-Nitrito	Espect.UV-Visible Part.NO ₂ . Standard Methods	0.004
N Total	Kjeldahl NCh 2313/28	1
Pentaclorofenol	Cromatografía NCh 2313/29	0.005
pH	Potenciometría NCh 2313/1	---
Plomo	Abs.Atómica Extracción NCh2313/10	0.02
Selenio	Abs.Atómica G.Hidruro NCh2313/30	0.005
Sulfatos	Gravimetría NCh 2313/18	5
Sulfuro	E. Específico NCh 2313/17	1
Tetracloroetano	Cromatografía NCh 2313/20	0.01
Tolueno	Cromatografía NCh 2313/31	0.05
Triclorometano	Cromatografía NCh 2313/20	0.1
Xileno	Cromatografía NCh 2313/31	0.05
Zinc	Absorción Atómica NCh 2313/10	0.02