

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**PASANTÍA EN “LABORATORIO DE ENSAYE DE MATERIALES Y
CONTROL DE OBRAS “LEMCO”, UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO
SANTA MARÍA”**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Técnico Universitario en
CONSTRUCCIÓN

Alumna:

Ana Carolina Echeverría González

Profesor Guía:

Sr. Marco Howes Herrera

RESÚMEN

KEYWORDS: LABORATORIO DE ENSAYE DE MATERIALES Y CONTROL DE OBRAS, LEMCO, CALIDAD, ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

El presente informe constituye una recopilación de los conocimientos adquiridos por la alumna durante su pasantía en Laboratorio de Ensaye de Materiales y Control de Obras LEMCO de la Universidad Técnica Federico Santa María, entre los meses de septiembre y diciembre del 2016.

LEMCO es un laboratorio que depende del Departamento de Obras Civiles de la Universidad Técnica Federico Santa María y que desarrolla funciones de apoyo a la docencia e investigación; además, cumple con la función de extensión del Departamento de Obras Civiles entregando servicios de ensayos de materiales y control de obras en las áreas de Hormigones, Asfaltos y Suelos a quienes los requieran, generando los medios materiales, técnicos y financieros necesarios.

Este laboratorio cuenta con profesionales, técnicos, personal de laboratorio y administrativo, distribuidos en las distintas áreas de prestación de servicios. Es un laboratorio de Tercera Parte y posee un reconocimiento MINVU declarado IOTC según Resolución Exenta N° 2322 de Abril de 2009.

La función del alumno durante su pasantía en LEMCO fue de apoyo al Área de Calidad bajo la supervisión de la señorita Natalie González, Jefa de Calidad, de profesión Técnico Universitario en Construcción, título otorgado por la Universidad Técnica Federico Santa María, sede Viña del Mar.

Entre las principales actividades realizadas por el alumno se destaca su participación en la coordinación y verificación del cumplimiento del Programa de Aseguramiento de la Calidad, elaboración del listado de Equipos año 2017 y por último la programación de Calibraciones, Verificaciones y Mantenciones de éstos, además de asegurar el cumplimiento de dicha programación por parte de las diferentes áreas técnicas involucradas (Área Asfaltos, Área Hormigones, Área Mecánica de Suelos).

Al finalizar su pasantía en LEMCO, la alumna logró su principal objetivo; adquirir experiencia en el mundo laboral, específicamente en el área de Calidad de laboratorios de ensaye de materiales, aplicando gran parte de lo aprendido durante sus 3 años de estudios en la Universidad.

ÍNDICE

RESÚMEN

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

1.1.1. Reseña histórica

1.1.2. Visión

1.1.3. Misión

1.1.4. Logo Empresa

1.1.5. Organigrama UTFSM

1.2. FUNCIÓN DEL ALUMNO DURANTE LA PASANTÍA

1.2.1. Cargo jefe directo

1.2.2. Importancia área de desarrollo

1.2.3. Organigrama Empresa

CAPÍTULO 2: ACTIVIDADES REALIZADAS

2 ACTIVIDADES REALIZADAS

2.1. PROGRAMA ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

2.1.1. Metodología

2.1.2. Informes de Aseguramiento de la Calidad

2.1.3. Rangos de aceptación

2.1.4. Responsabilidad del Laboratorio

2.2. REGISTROS: INVENTARIO Y PROGRAMA DE CALIBRACIÓN/ VERIFICACIÓN/MANTENCIÓN DE EQUIPOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO A: DEFINICIONES

ANEXO B: REGISTRO COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD E INTEGRIDAD LEMCO

ANEXO C:	REGISTRO DESCRIPCIÓN DE CARGO ASISTENTE DE CALIDAD
ANEXO D:	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN – ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
ANEXO E:	REGISTRO FORMATO EVALUACIÓN DE TRABAJO NO CONFORME REG-01 (REV. 3)
ANEXO F:	REGISTRO FORMATO ACCIONES CORRECTIVAS, PREVENTIVAS Y DE MEJORA REG-02 (REV. 5)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Logo LEMCO
Figura 1-2.	Organigrama UTFSM
Figura 1-3.	Modelo de un Sistema de Gestión de la Calidad basado en procesos
Figura 1-4.	Organigrama LEMCO
Figura 1-5.	Política de Calidad LEMCO
Figura 2-1.	Ejemplo Carta Gantt Aseguramiento de Calidad
Figura 2-2.	Ejemplo Ficha de ensayo Granulometría y Humedad
Figura 2-3.	Ejemplo Planilla de cálculo Excel para Aseguramiento de Calidad
Figura 2-4.	Planilla Excel Plan de Aseguramiento de la Calidad
Figura 2-5.	Ejemplo OI Hormigón
Figura 2-6.	Registro Inventario
Figura 2-7.	Registro Programación Verificaciones / Calibraciones /Mantenciones
Figura 2-8.	Registro Formato Programación Verificaciones / Calibraciones / Mantenciones Fuera de Uso
Figura 2-9.	Formato Registro Listado de Patrones para Verificación
Figura 2-10.	Formato Registro Listado de Patrones para Verificación
Figura 2-11.	Ejemplo Certificado de calibración CESMEC, página 1
Figura 2-12.	Ejemplo Certificado de Calibración CESMEC, página 2
Figura 2-13.	Registro Formato Entrega y Recepción de Documentos
Figura 2-14.	Registro Formato Tabla de responsables - Ensayos por área

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLAS

AS	:	Asfalto
ASTM	:	American Society of Testing Materials
CEII	:	Centro de Estudios e Investigación de la Infraestructura
CESMEC	:	Centro de Estudios de Medición y Certificación de Calidad
d2s%	:	Diferencia aceptable entre dos resultados porcentual
d2s	:	Diferencia aceptable entre dos resultados
DICTUC	:	Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile
DTS	:	Desarrollo de Tecnologías y Sistemas Ltda.
HO	:	Hormigón
IDIEM	:	Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales
INN	:	Instituto Nacional de Normalización
ISO	:	International Organization for Standarization
LEMCO	:	Laboratorio de Ensaye de Materiales y Control de Obras
LMC	:	Laboratorio de Metrología y Calibración
MINVU	:	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MS	:	Mecánica de Suelos
MSG-CAL	:	Manual del Sistema de Gestión LEMCO
NCh	:	Norma Chilena
OI	:	Orden de Trabajo Interna
OT	:	Orden de Trabajo
PR-CAL	:	Procedimiento de Calidad
RE	:	Replicado
REG	:	Registro
Rp Eq	:	Reproducibile Equipo
RP Op	:	Reproducibile Operador
RP	:	Reproducibile
UTFSM	:	Universidad Técnica Federico Santa María
%	:	Porcentaje
1s%	:	Coefficiente de variación
1s	:	Desviación estándar
Σ	:	Sumatoria

INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta el trabajo desarrollado por la alumna durante su pasantía de 540 horas en Laboratorio de Ensaye de Materiales y Control de Obras LEMCO de la Universidad Técnica Federico Santa María, uno de los principales laboratorios de ensaye de materiales a nivel regional y nacional en las áreas Mecánica de Suelos, Asfalto y Hormigón.

La alumna decidió realizar su pasantía en LEMCO debido a que la importancia de esta empresa radica, no solo en la realización de los ensayos de materiales y control de obras con el más alto nivel de calidad, eficacia y prontitud para sus mandantes en las tres áreas técnicas, sino que también en el apoyo al desarrollo de proyectos de innovación y transferencia tecnológica y en el apoyo docente a la formación de alumnos de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Como objetivo principal se plantea que la alumna, al finalizar su pasantía en esta empresa, cuente con experiencia en el mundo laboral de la construcción llevando a la práctica los conocimientos adquiridos durante sus años de estudio, para así desempeñarse correctamente como profesional en el área.

Entre los principales objetivos específicos se encuentra la obtención de conocimientos generales relacionados al área en la cual trabajó; específicamente en comprender el funcionamiento de un laboratorio de ensaye de materiales y control de obras y la importancia de asegurar la calidad de éstas, aplicar lo aprendido durante sus años de estudio en la Universidad; haciendo una comparación entre lo teórico-práctico desarrollado en clases y la realización de las actividades de extensión, investigación y docencia que lleva a cabo el laboratorio. Otro objetivo importante es que la alumna se relacione a fondo con la utilización de normas por las cuales se rigen los laboratorios de ensaye de materiales y organismos ligados a la construcción en general; conociendo los requisitos exigidos por éstas para el funcionamiento correcto de la empresa y además para obtener el reconocimiento del Instituto Nacional de Normalización (INN).

El presente informe comprende dos capítulos, mediante los cuales la alumna describe las actividades realizadas durante el desarrollo de su pasantía en LEMCO, además de la importancia del área específica en la cual trabajó prestando apoyo y recibiendo información para complementar sus estudios.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1. ANTECEDENTES GENERALES

A continuación se presenta información general de la empresa en la que el alumno desarrolló su pasantía y sobre la función desempeñada por éste.

1.1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

LEMCO (Laboratorio de Ensaye de Materiales y Control de Obras) es un laboratorio que depende del Departamento de Obras Civiles de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Como laboratorio de universidad desarrolla funciones de apoyo a la docencia e investigación, además cumple con la función de extensión del Departamento de Obras Civiles entregando servicios de ensayos de materiales y control de obras en las áreas de Hormigones, Asfaltos y Suelos a quienes los requieran, generando los medios materiales, técnicos y financieros necesarios.

En la actualidad, LEMCO cuenta con profesionales, técnicos, personal de laboratorio y administrativo, distribuidos en las distintas áreas de prestación de servicios. Es un laboratorio de Tercera Parte y posee un reconocimiento MINVU declarado IOTC según Resolución Exenta N° 2322 de Abril de 2009.

1.1.1. Reseña histórica

Hacia la década de 1920, el destacado empresario porteño Federico Santa María Carrera quiso dotar a Valparaíso de un centro de estudios superiores de carácter científico y tecnológico, que ayudase a aquellos estudiantes meritorios cuya precaria condición económica les impedía educarse y alcanzar el grado de conocimiento apto para contribuir al desarrollo y progreso del país, creándose el 31 de marzo de 1926, la Fundación Federico Santa María, para organizar, mantener y desarrollar varias Escuelas de Artes y Oficio y Colegios de Ingenieros en diversos puntos de Chile.

En 1931 se inaugura la Casa Central en la ciudad de Valparaíso, pero los orígenes del Laboratorio son anteriores, ya que la necesidad de conseguir una mejor infraestructura con miras a construir la Casa Central, generó la instancia de la compra de instrumentación y maquinaria de fabricación Alemana, inéditas en su tiempo para el país, con el fin de poder controlar las obras.

Con una infraestructura ya constituida, se crea el laboratorio el año 1934 para la carrera de Construcción Civil con un único objetivo, el docente.

Gracias al gran desempeño y calidad de la infraestructura del laboratorio, se empieza a formar una necesidad externa por los servicios del laboratorio que fue creciendo en el tiempo. Esta demanda en crecimiento suscitó a inicios de la década de los 70, siendo decano Raúl Galindo U., el primer Plan Estratégico para el desarrollo y fortalecimiento de la calidad de la labor del Laboratorio y del Departamento. Con este afán y un plazo de 10 años para cumplir los objetivos, en 1972 parten los primeros académicos al extranjero para realizar estudios de post-grado y el equipamiento e infraestructura del laboratorio se fortalecen con nuevas adquisiciones para el Pañol de Topografía y el laboratorio de Mecánica de Suelos, todo lo anterior tendiente a satisfacer las necesidades académicas y comprometerse a la prestación formal de servicios a clientes externos.

En 1981, siendo decano Carlos Aguirre, la Facultad de Ingeniería Civil pasa a ser el Departamento de Obras Civiles. El mismo Año se moderniza el Laboratorio de Hormigones con la adquisición de un equipo de carga universal y se inicia la implementación del Laboratorios de estructura con la construcción de un sistema de carga lateral. En 1992 se crea y equipa el Laboratorio de Asfaltos y en 1995 se moderniza el Laboratorio de Mecánica de Suelos con la adquisición de un nuevo y completo equipo de Sondaje.

Durante la última década, el Laboratorio consolida su posición en el medio nacional basado principalmente en la creciente participación en actividades de investigación y de vinculación con el medio externo. Tres hitos importantes en este proceso lo constituyen la puesta en marcha de los laboratorios de estructuras, con capacidades y equipamiento de vanguardia a nivel internacional, el inicio del proceso de acreditación de los laboratorios como entes certificadores de calidad y la creación y puesta en marcha del Centro de Estudios e Investigación de la Infraestructura (CEII), este último con el objetivo central de cumplir un rol articulado entre el mundo privado, gubernamental, académico y del usuario, se abrirá como plataforma hacia un mundo globalizado. Tendiente a lograr los objetivos, se crea en el año 2000 un directorio formado por académicos de reconocida trayectoria, los que darán forma al laboratorio transformándolo en el laboratorio de Ensayes de Materiales y Control de Obras LEMCO.

1.1.2. Visión

LEMCO es un apoyo a las actividades de docencia, investigación, transferencia tecnológica y extensión del Departamento de Obras Civiles de la

Universidad Técnica Federico Santa María proyectando el prestigio alcanzado más allá de la V Región.

1.1.3. Misión

La misión del Laboratorio de Ensaye de Materiales y Control de Obras LEMCO, comprende las tres áreas siguientes:

- Extensión.

Realizar los ensayos de materiales y control de obras con el más alto nivel de calidad, eficacia y prontitud para sus mandantes, en las áreas de suelos, hormigón, asfaltos y también materiales.

- Investigación.

Apoyar al desarrollo de proyectos de innovación y transferencia tecnológica.

- Docencia.

Apoyar a la formación a los alumnos del Departamento Obras Civiles de la Universidad Técnica Federico Santa María.

El laboratorio de ensaye de materiales de la U.T.F.S.M., LEMCO, realiza sus diferentes actividades sobre la base de los principios tradicionales de integridad, confiabilidad, probidad y de acuerdo a las instrucciones emanadas de sus principales clientes, cumpliendo las normativas administrativas y técnicas de los laboratorios de ensaye de materiales en concordancia con las exigencias requeridas. Para ello, el Laboratorio establece el Procedimiento PR-CAL-22 “Aseguramiento de no existencias de influencias que afecten la calidad del servicio” y a través de este y el “Compromiso de Confidencialidad e Integridad”, su personal se compromete a respetar los principios mencionados, evitando intervenir en cualquier actividad que pueda disminuir la confianza en su competencia, imparcialidad, juicio e integridad operativa.

Su objetivo de ser uno de los principales laboratorios de ensaye de materiales a nivel regional y nacional en el área de suelos, asfalto, hormigón y materiales, se logra a través del cumplimiento de su Política de la Calidad, como también del cumplimiento de los compromisos con la calidad.

LEMCO desarrolla una cultura de la calidad, en todos sus procesos, ya sean relacionados con sus productos o con sus servicios, que le permiten una atención de mejor calidad y más eficiente hacia sus clientes y usuarios, principal preocupación del Laboratorio.

Porque la calidad de los productos y procesos de LEMCO es y continuará siendo el punto clave para lograr ser competitivos en la actualidad y en el futuro; es sumamente importante lograr comprender y utilizar el Sistema de Gestión para realizar un buen trabajo la primera vez y todas las veces siguientes.

Además, LEMCO, gradualmente, tiene una organización y un ambiente laboral capaz de atraer a los profesionales más calificados, los que deberán ser capaces de materializar la Misión Organizacional, con su política de la calidad, sus objetivos, en el marco de principios y valores institucionales, generando beneficios a nuestros clientes, usuarios, y colaboradores.

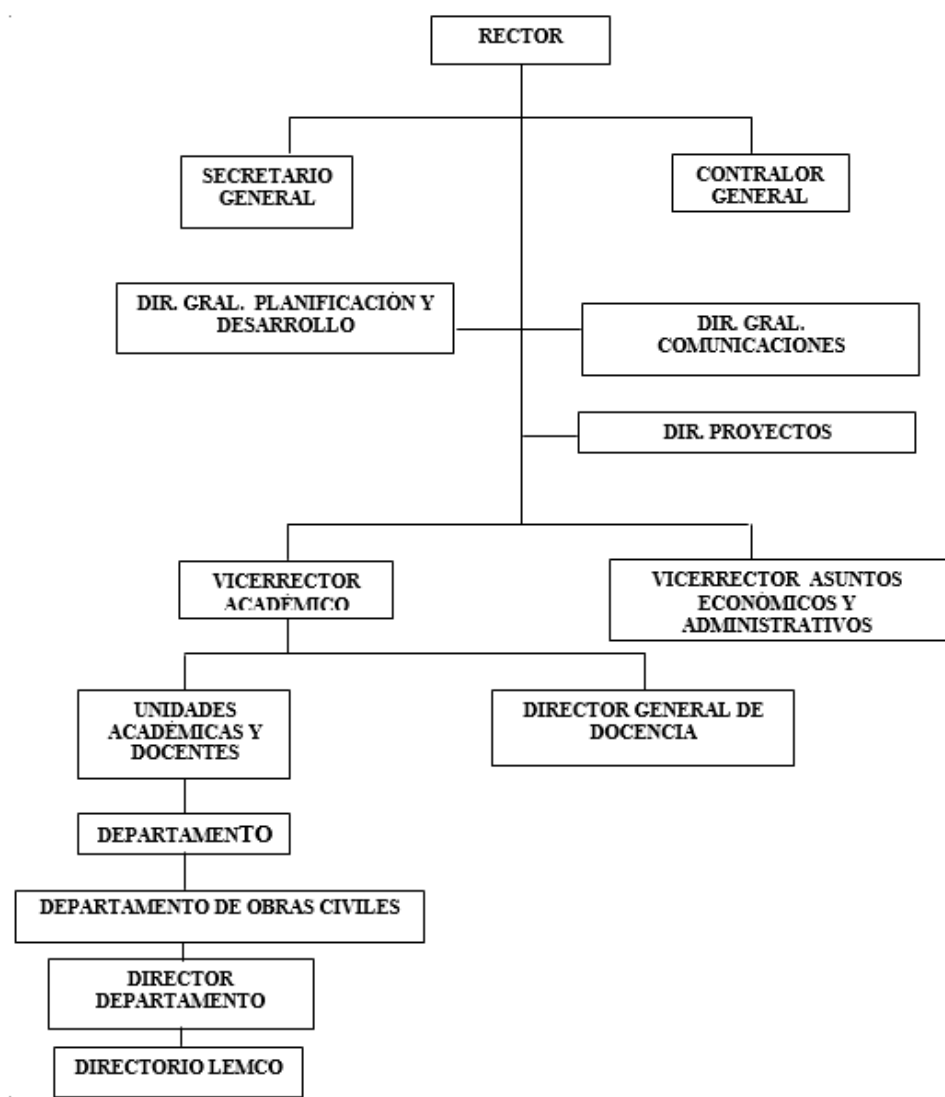
1.1.4. Logo Empresa



Fuente: Registros LEMCO

Figura 1-1. Logo LEMCO

1.1.5. Organigrama UTFSM



Fuente: Manual del Sistema de Gestión LEMCO

Figura 1-2. Organigrama UTFSM

1.2. FUNCIÓN DEL ALUMNO DURANTE LA PASANTÍA

La función del alumno durante su pasantía en LEMCO fue de apoyo al Área de Calidad bajo el cargo de Asistente de Calidad, aportando con los conocimientos adquiridos en la Universidad como Técnico Universitario en Construcción específicamente en las materias de Laboratorio y dominio básico de Microsoft Office (Excel y Word).

Entre las principales actividades realizadas por el alumno se destaca su participación en la coordinación y verificación del cumplimiento del Programa de

Aseguramiento de la Calidad, elaboración del listado de Equipos año 2017 y por último la programación de Calibraciones, Verificaciones y Mantenciones de éstos, además de asegurar el cumplimiento de dicha programación por parte de las diferentes áreas técnicas involucradas (Área Asfaltos, Área Hormigones, Área Mecánica de Suelos).

1.2.1. Cargo jefe directo

La alumna desempeñó sus actividades bajo la supervisión de la señorita Natalie González, Jefa de Calidad, profesión Técnico Universitario en Construcción, título otorgado por la Universidad Técnica Federico Santa María, sede Viña del Mar.

Dentro de la naturaleza del cargo de Jefe de Calidad correspondiente al REG-39 se encuentra:

- Velar por la implementación y mantención del Sistema de Gestión del Laboratorio LEMCO.
- Velar por el cumplimiento de los requisitos establecidos por la NCh ISO 17025 Of.2005 y la NCh ISO 9001 Of.2009.

1.2.2. Importancia área de desarrollo

Calidad es conformidad con los requerimientos. Los requerimientos tienen que estar claramente establecidos para que no haya malentendidos; las mediciones deben ser tomadas continuamente para determinar conformidad con esos requerimientos; la no conformidad detectada es una ausencia de calidad. [h]

Para conducir y operar una organización en forma exitosa se requiere que ésta se dirija y controle en forma sistemática y transparente. Se puede lograr el éxito implementando y manteniendo un sistema de gestión que esté diseñado para mejorar continuamente su desempeño mediante la consideración de las necesidades de todas las partes interesadas. La gestión de una organización comprende la gestión de la calidad entre otras disciplinas de gestión.

La importancia que la Gestión de la Calidad tiene para las organizaciones se resume en lo siguiente:

- Ayuda a satisfacer a sus clientes con lo que se consigue la fidelización de los mismos.
- Ayuda a mejorar la eficacia y eficiencia de la organización contribuyendo disminuir los costes de la misma.

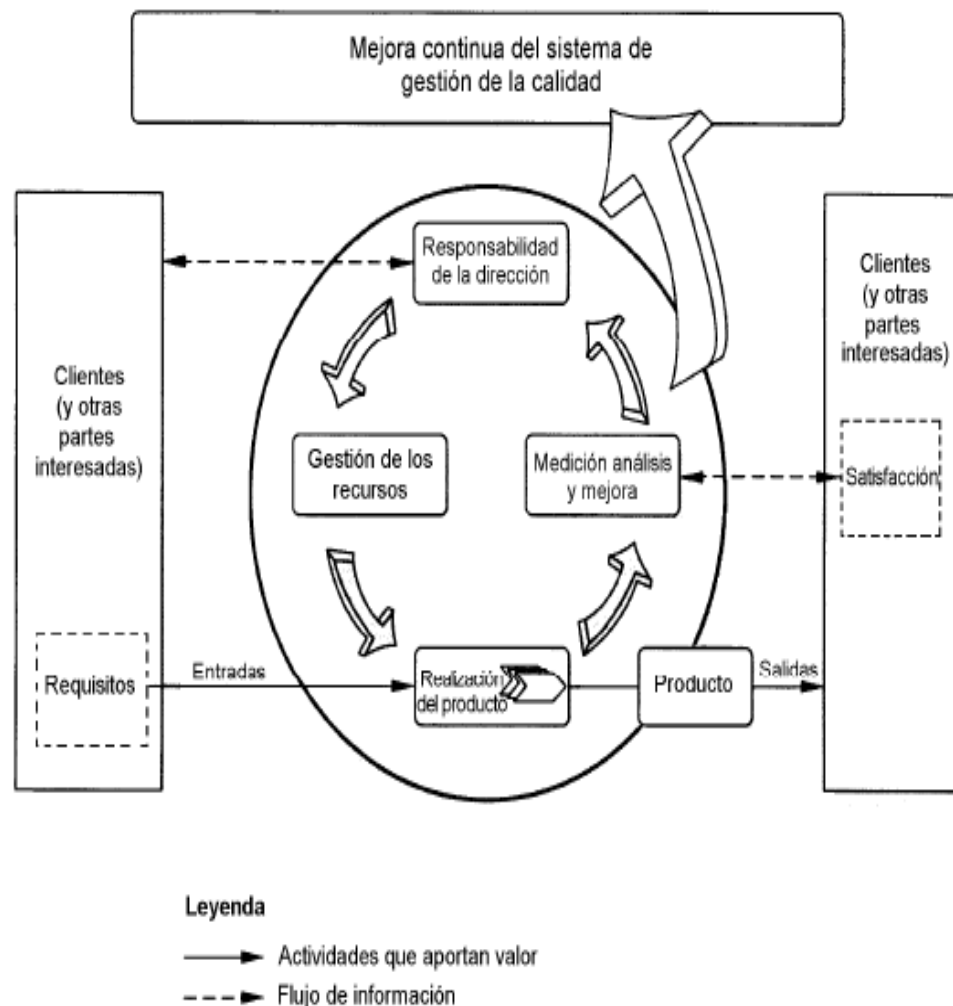
En paralelo, el cumplimiento de determinadas normas o estándares y la obtención de certificados de calidad permiten a las organizaciones dar confianza a los mercados o acceder a determinados sectores de actividad.

La Gestión de la Calidad se lleva a cabo mediante actividades coordinadas, las cuales dirigen y controlan cualquier organización en lo relativo a la calidad. Una de las actividades de control de la calidad establecidas por LEMCO es el Aseguramiento de la Calidad; parte orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad. Es en esta parte de la Gestión de la Calidad en donde la alumna se desempeñó mayoritariamente durante su pasantía en la empresa.

Entre las principales actividades o partes de la Gestión de la Calidad se incluye:

- a) El establecimiento de una Política de la Calidad
- b) Objetivos de la Calidad
- c) Planificación de la Calidad
- d) Control de la Calidad
- e) Aseguramiento de la Calidad
- f) y Mejora de la Calidad.

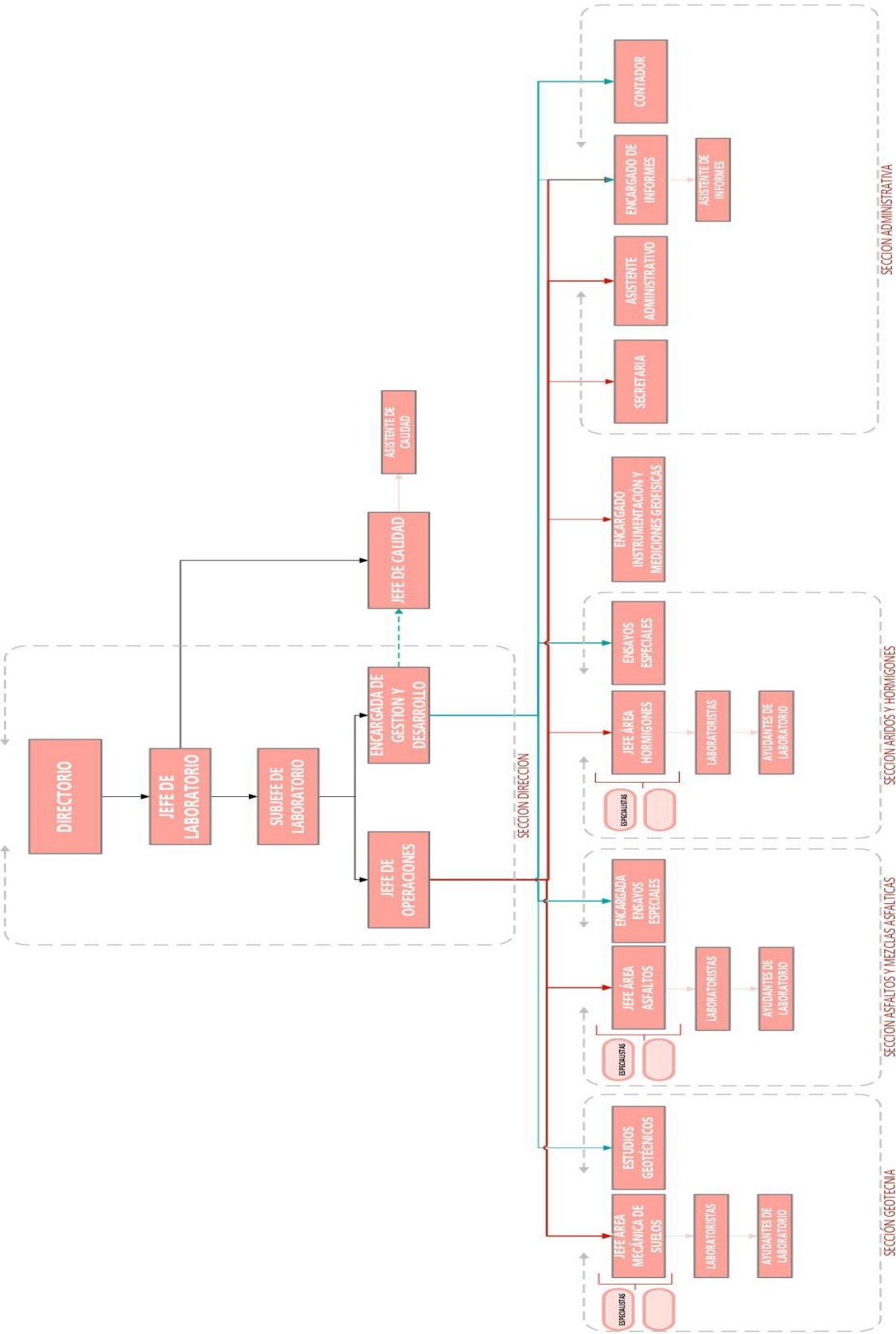
La calidad de los productos y procesos de LEMCO es y continuará siendo el punto clave para lograr la competitividad es sumamente importante lograr comprender y utilizar el Sistema de Gestión para realizar un buen trabajo la primera vez y todas las veces siguientes. Es por esto que la empresa cuenta con el Manual del Sistema de Gestión LEMCO MSG-CAL-00, para cumplir con lo señalado anteriormente.



Fuente: Norma ISO 9000:2005 (traducción certificada), Sistemas de Gestión de la Calidad – Fundamentos y vocabulario

Figura 1-3. Modelo de un Sistema de Gestión de la Calidad basado en procesos

1.2.3. Organigrama Empresa



Fuente: Manual del Sistema de Gestión LEMCO

Figura 1-4. Organigrama LEMCO

POLÍTICA DE CALIDAD

Laboratorio de Ensaye de Materiales y Control de Obras

El Laboratorio de Ensaye de Materiales y Control de Obras LEMCO dependiente del Departamento de Obras Civiles de la Universidad Técnica Federico Santa María, en sus servicios de Docencia, Investigación y Extensión, asume el compromiso de:

- Satisfacer los requisitos de los clientes durante la prestación de servicios, procurando entregar resultados fiables y que cumplan con las especificaciones solicitadas según criterios normativos.
- Capacitar e informar al personal permanentemente sobre la implementación y actualización de nuestros procesos internos, los cuales están desarrollados según los requisitos para certificación y acreditación bajo las normas ISO 9001 Of 2008 y la NCh ISO 17025 Of 2005.

Para tal efecto se ha planteado:

- Mejorar en forma continua el sistema de gestión y prestación de servicios, de manera de satisfacer los requerimientos de nuestros clientes.
- Cumplir con los procedimientos, de acuerdo a la normativa vigente aplicada a los ensayos.
- Participar y potenciar permanentemente la tecnología relacionada con la tendencia y exigencias del mercado y requerimientos específicos de los clientes.

De esta forma, se pretende lograr una mejora continua, en cuanto a la efectividad y eficacia de los procesos utilizados por el Laboratorio LEMCO, ofreciendo así, un mejor servicio a nuestros clientes.

Carlos Wahr Daniel

Jefe de Laboratorio

Rev. 7

20 de septiembre de 2016

Fuente: Manual del Sistema de Gestión LEMCO

Figura 1-5. Política de Calidad LEMCO

CAPÍTULO 2: ACTIVIDADES REALIZADAS

2. ACTIVIDADES REALIZADAS

En este capítulo se detalla cada una de las actividades realizadas por el alumno en la empresa durante su pasantía.

2.1. PROGRAMA ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Una de las principales funciones desempeñadas por el alumno durante su pasantía en LEMCO fue el ingreso y posterior análisis de datos obtenidos en los ensayos para el Programa de Aseguramiento de la Calidad., además de la coordinación con las distintas áreas técnicas del Laboratorio (Área Asfalto, Área Hormigón y Área Mecánica de Suelos) para asegurar el cumplimiento de éste.

2.1.1. Metodología

Según Manual del Sistema de Gestión de la Calidad MSG-CAL-00 (Rev. 30) LEMCO establece el Procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad correspondiente al PR-CAL-16, para monitorear la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos. Los datos resultantes son registrados de tal manera que se detecten las tendencias, aplicando técnicas estadísticas para la revisión de estos resultados a fin de tomar las medidas correctivas necesarias.

Para la detección de estas tendencias el Laboratorio:

- Usa regularmente materiales de referencia certificados y ejerce un control de la calidad interno utilizando materiales de referencia secundarios.
- Participa en Programas de Comparación Interlaboratorios; esto se refiere a hacer una evaluación sobre los mismos ítems de ensayo por dos o más laboratorios de acuerdo a un programa predeterminado.

La dirección de LEMCO declara su disposición y realiza tareas para incorporar una mayor cantidad de laboratorios del mismo giro en las comparaciones interlaboratorios aun sabiendo que no existe un laboratorio patrón para realizar las últimas.

- Realiza repetición de ensayos; esto quiere decir que se realizan ensayos sobre la misma muestra o muestra gemela (se entiende como Muestra Gemela a dos o más muestras que son tomadas del mismo lugar, en el mismo momento y bajo iguales condiciones).

Estas repeticiones se llevan a cabo en las modalidades de Replicado (RE) o Reproducible (RP):

- ✓ Ensayos Replicados (RE); Realizados con muestras gemelas ensayadas bajo idénticas condiciones, es decir se mantiene el operador y el equipo de ensayo, siendo estos duplicados y donde se excluyen aquellos métodos que corresponden a muestreo o acondicionamiento de muestras para la realización de ensayos.
- ✓ Ensayos Reproducibles (RP); Realizados con muestras gemelas ensayadas modificando una variable. Al igual que los Ensayos Replicados, estos son duplicados y se excluyen aquellos métodos que corresponden a muestreo o acondicionamiento de muestras para la realización de ensayos. Esta modalidad contempla las siguientes opciones:
 - a) mantener el operador y cambiar el equipo de ensayo RP (Eq.),
 - b) cambiar el operador y mantener el equipo de ensayo RP (Op.), cuando sea aplicable.

La aplicación de las modalidades Replicado (RE) y Reproducible (RP) para cada ensayo se determina de acuerdo a las condiciones existentes en el Laboratorio, por ejemplo, si para la realización de un ensayo X es necesario un equipo particular y el Laboratorio cuenta con dos de estos equipos de las mismas características, entonces es posible realizar ese ensayo en modalidad Reproducible manteniendo el operador y cambiando el equipo de ensayo (RP Eq.). En caso contrario, si para ese mismo ensayo existe solo un equipo, entonces el cambio deberá ser de operador, manteniendo el equipo de ensayo (RP Op.).

De la misma manera, si el Laboratorio no cuenta con personal extra capacitado para la realización de algún ensayo, dicho ensayo no puede ser realizado en modalidad Reproducible (RP Op.) debido a que no se cuenta con un operador autorizado diferente al primero.

Si no existe posibilidad de cambiar ni el operador ni el equipo de ensayo, entonces el ensayo para Aseguramiento de la Calidad será realizado en modalidad Replicado (RE).

El PR-CAL-16 se aplica a todas las áreas técnicas del Laboratorio, en el análisis de los resultados de los ensayos realizados en Replicado (RE) o Reproducible (RP Op. o RP Eq.).

Debido a que el departamento de Calidad es el responsable del cumplimiento del programa, es quien debe revisar constantemente la planificación para la

realización de los ensayos incluidos en este programa, para así coordinar a su debido tiempo con el departamento de Operaciones la petición de una doble muestra al cliente. Cabe destacar que, debido a que estos ensayos son realizados exclusivamente para Aseguramiento de la Calidad del Laboratorio, la toma de esta segunda muestra no tiene costo para el cliente. Además, en casos especiales, los ensayos de Aseguramiento de la Calidad podrán ser solicitados por el cliente y una vez que las muestras lleguen al laboratorio y los cálculos estén ingresados los resultados de éstos serán informados al cliente por medio de un correo electrónico sin costo para éste.

Para este seguimiento el PR-CAL-16 incluye el registro “Carta Gantt Aseguramiento de la Calidad”, el cual establece cuando, como (replicado o reproducible) y en qué cantidad (duplicado o triplicado) se deben llevar a cabo los ensayos, de acuerdo a la normativa técnica vigente en las diferentes áreas de ensayo. En esta Carta Gantt, se indica entonces la frecuencia con que deben realizarse los ensayos y el número de estos, determinados ambos según el tipo y volumen de trabajo normalmente realizado.

Actualmente los ensayos son realizados únicamente en Duplicados.

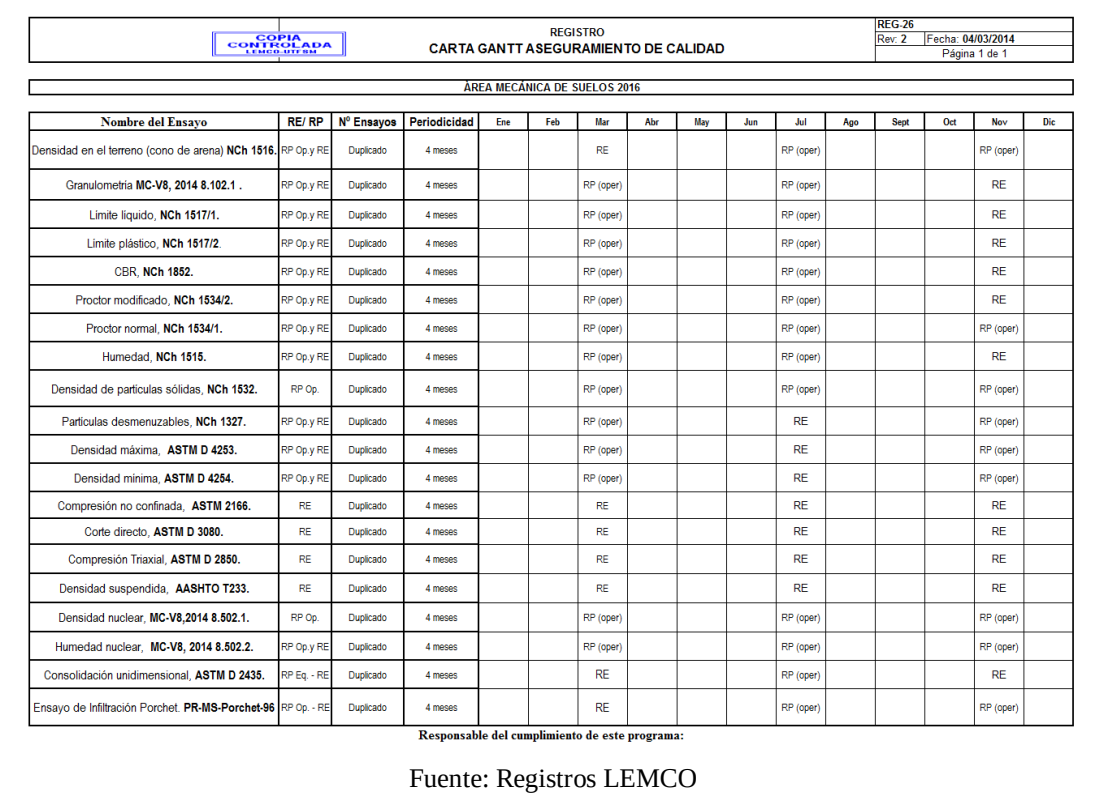


Figura 2-1. Ejemplo Carta Gantt Aseguramiento de Calidad

Una vez identificados los ensayos a realizar para Aseguramiento de la Calidad en el mes correspondiente, el departamento de Calidad coordina con el departamento

de Operaciones la toma de muestras dobles en ensayos programados para esa fecha para algún cliente. Luego, se genera una Orden de Trabajo Externa (O.T. Externa) y las distintas áreas proceden a la realización de los ensayos correspondientes. Finalizado esto, cada área es responsable de hacer llegar al departamento de Calidad el informe terminado, el cual incluye, entre otros, las Fichas de cada ensayo realizado con sus respectivos resultados.



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
Departamento de Obras Civiles
Laboratorio de Ensaye de Materiales y Control de Obras



Nº O.T:
Registro

Pág.: 1/1

FICHA DE ENSAYO
GRANULOMETRÍA Y HUMEDAD
8.102.1 (MC-V8, 2014) Y NCh 1515 OF.79

Granulometría		Ensayado por:		Fecha:		
Humedad						
Clasificación						
Peso muestra total (MT): kg		Secado a masa constante [kg]		Granulometría		
				Seco [kg]		
Peso sobretamaño (ST): kg				Masa mat. ret. por 4		
				Masa mat. que pasa por 4		
Sobretamaño (ST/MT)x100 %		%Δ		Masa muestra total		
		Temp. de Secado: °C		Granulometría Fina		
		Tiempo de secado: h		Masa Seca Material Bajo 4		
Tamiz	Retenido		% Que pasa	Corte	% Humedad (w)	
	Masa	% aprox	aprox. 1%		Cápsula Nº	
80 (3")					Masa suelo húmedo + cápsula [g]	
63 (2 1/2")					Masa suelo seco + cápsula [g]	
50 (2")					Masa cápsula [g]	
40 (1 1/2")					[%] de Humedad (w)	
25 (1")					Secado a masa constante (NCh 1515)	
20 (3/4")					Masa cap+suelo seco [kg]	
10 (3/8")						
5 (Nº4)						
2 (Nº10)						
0.500 (Nº40)					%Δ	
0.080 (Nº200)					Temperatura de secado [°C]	
Bajo Nº200					Tiempo de secado [h]	

Diferencia antes y despues del tamizado					
Tipo de Material		Sobre 5 mm		Bajo 5 mm	
		Masa seca antes tamizado A [g]			
		Suma material retenido B [g]			
Clasificación de Suelos		Residuo despues de tamizado [g]			
USCS		Dif. Porcentual (C=(A-B)x100%/A)			
AASHTO		Criterio		C < 0,5 %	C < 3 %

Observaciones

Equipos Utilizados	Tamices	Horno	Balanza 1	Balanza 2
Identificación Interna				

Revisado por (JA o JA(S)): Firma:

REG-FE-57 Rev 8 Fecha: 01/10/2014

Fuente: Registros LEMCO

Figura 2-2. Ejemplo Ficha de ensayo Granulometría y Humedad

Los datos obtenidos de los ensayos son registrados en una tabla de cálculo, con el fin de que estos sean analizados y, si no satisfacen los criterios predefinidos, se tomen las decisiones planificadas para corregir el problema y evitar que se informen resultados incorrectos, tal como se indica en el punto 5.9.2 de la NCh-ISO 17025.Of2005 (Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA		RESULTADOS ASEGURAMIENTO DE CALIDAD - ÁREA MECÁNICA DE SUELOS - 2016		 																																																																		
Granulometría MC-V8, 2014 8.102.1																																																																						
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN																																																																						
NORMA	ENSAYO	RE	RP	OBSERVACIÓN																																																																		
8.102.1 (MC-V8)	Granulometría	Diferencia directa máxima: Finos: 1% Gruesos: 2%	Diferencia directa máxima: Finos: 2% Gruesos: 3%																																																																			
Nombre del Ensayo: : Determinación de la granulometría Nº de muestras: : 1 duplicado Fecha de realización: : 2 de marzo de 2016 Fecha programada: : Marzo, 2016 Ensayo realizado en: : Reproducible RP (Op) Nº O.T.: : OT XX Muestra Nº: : Muestra Nº1 y Muestra Nº2																																																																						
Observación :<table><tr><td>% que pasa</td><td>(1s), %</td></tr><tr><td><100, ≥ 95</td><td>3</td></tr><tr><td>< 95, ≥ 85</td><td>3</td></tr><tr><td>< 85, ≥ 80</td><td>3</td></tr><tr><td>< 80, ≥ 60</td><td>3</td></tr><tr><td>< 60, ≥ 20</td><td>3</td></tr><tr><td>< 20, ≥15</td><td>3</td></tr><tr><td>< 15, ≥ 10</td><td>2</td></tr><tr><td>< 10, ≥ 5</td><td>2</td></tr><tr><td>< 5, ≥ 2</td><td>2</td></tr><tr><td>< 2, ≥ 0</td><td>2</td></tr></table>						% que pasa	(1s), %	<100, ≥ 95	3	< 95, ≥ 85	3	< 85, ≥ 80	3	< 80, ≥ 60	3	< 60, ≥ 20	3	< 20, ≥15	3	< 15, ≥ 10	2	< 10, ≥ 5	2	< 5, ≥ 2	2	< 2, ≥ 0	2																																											
% que pasa	(1s), %																																																																					
<100, ≥ 95	3																																																																					
< 95, ≥ 85	3																																																																					
< 85, ≥ 80	3																																																																					
< 80, ≥ 60	3																																																																					
< 60, ≥ 20	3																																																																					
< 20, ≥15	3																																																																					
< 15, ≥ 10	2																																																																					
< 10, ≥ 5	2																																																																					
< 5, ≥ 2	2																																																																					
< 2, ≥ 0	2																																																																					
<table><tr><td colspan="4">Resultados - Granulometría</td><td colspan="2">Valores a Comparar</td></tr><tr><td rowspan="2">Tamiz ASTM</td><td colspan="3">% que pasa</td><td colspan="2">Diferencia directa en %</td></tr><tr><td>Muestra Nº1</td><td>Muestra Nº2</td><td>1s</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>1 1/2"</td><td>100</td><td>100</td><td>Cumple</td><td colspan="2">0,0</td></tr><tr><td>1"</td><td>97</td><td>98</td><td>Cumple</td><td colspan="2">1,0</td></tr><tr><td>3/4"</td><td>94</td><td>94</td><td>Cumple</td><td colspan="2">0,0</td></tr><tr><td>3/8</td><td>87</td><td>90</td><td>Cumple</td><td colspan="2">3,0</td></tr><tr><td>Nº4</td><td>82</td><td>85</td><td>Cumple</td><td colspan="2">3,0</td></tr><tr><td>Nº10</td><td>77</td><td>75</td><td>Cumple</td><td colspan="2">2,0</td></tr><tr><td>Nº40</td><td>63</td><td>60</td><td>Cumple</td><td colspan="2">3,0</td></tr><tr><td>Nº200</td><td>38</td><td>40</td><td>Cumple</td><td colspan="2">2,0</td></tr></table>						Resultados - Granulometría				Valores a Comparar		Tamiz ASTM	% que pasa			Diferencia directa en %		Muestra Nº1	Muestra Nº2	1s			1 1/2"	100	100	Cumple	0,0		1"	97	98	Cumple	1,0		3/4"	94	94	Cumple	0,0		3/8	87	90	Cumple	3,0		Nº4	82	85	Cumple	3,0		Nº10	77	75	Cumple	2,0		Nº40	63	60	Cumple	3,0		Nº200	38	40	Cumple	2,0	
Resultados - Granulometría				Valores a Comparar																																																																		
Tamiz ASTM	% que pasa			Diferencia directa en %																																																																		
	Muestra Nº1	Muestra Nº2	1s																																																																			
1 1/2"	100	100	Cumple	0,0																																																																		
1"	97	98	Cumple	1,0																																																																		
3/4"	94	94	Cumple	0,0																																																																		
3/8	87	90	Cumple	3,0																																																																		
Nº4	82	85	Cumple	3,0																																																																		
Nº10	77	75	Cumple	2,0																																																																		
Nº40	63	60	Cumple	3,0																																																																		
Nº200	38	40	Cumple	2,0																																																																		

Fuente: Laboratorio de Ensaye de Materiales y Control de Obras LEMCO

Figura 2-3. Ejemplo Planilla de cálculo Excel para Aseguramiento de Calidad

Adicionalmente, el departamento de Calidad cuenta con un Plan de Aseguramiento de la Calidad; una planilla Excel donde se mantiene un registro detallado de los avances del Programa Aseguramiento de la Calidad para cada área técnica. Esta planilla permite llevar un control interno, exclusivo de Calidad, de las Órdenes de Trabajo externas e internas que han sido generadas y dirigidas hacia las

distintas áreas, así como también se registran los informes que ya han sido entregados al departamento de Calidad para ser ingresados en la planilla de Cálculo.

				PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD ASFALTO 2017														
				ABRIL					AGOSTO					DICIEMBRE				
	RE/RP	OT Cliente	OT Calidad	%AVANCE	Cumple		RE/RP	OT Cliente	OT Calidad	%AVANCE	Cumple		RE/RP	OT Cliente	OT Calidad	%AVANCE	Cumple	
OI Generada	RE			0,0%	SI	Ensayo	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
Entregado	RE			0,0%	SI	Densidad máxima de mezclas asfálticas, MC-V8, 8.302.37	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
OT Generada						Adherencia de árido-asfalto Método estático, MC-V8, 8.302.29	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Adherencia de árido-asfalto (Riedel - Weber), MC-V8, 8.302.30	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Ensayo de extracción, MC-V8, 8.302.36	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Densidad real de mezclas asfálticas compactadas, MC 8.302.38	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Espesor testigos ASTM D 3549,	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Granulometría (provenientes de extracción), MC-V8, 8.302.28	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Cubilidad de partículas, MC-V8, 8.202.6	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Punto de ablandamiento, NCh 2337	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Penetración, NCh 2340	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Insolubles en n-heptano, NCh 2034	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Ensayo de la mancha, NCh 2343	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Ductilidad, NCh 2342	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Equivalente de Arena, NCh 1325	RP(oper)				0,0%	SI	RP(oper)			0,0%	SI	
						Destilación de asfaltos cortados, NCh 2347	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Viscosidad cinemática, MC-V8, 8.302.24	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Viscosidad absoluta a 60°C, MC-V8, 8.302.24	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Deformación plástica Marshall, MC-V8, 8.302.40	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Impurezas orgánicas, NCh 166	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Recuperación Elástica por Torsión, NLT-329	RE				0,0%	SI	RP(oper)			0,0%	SI	
						Densidad nuclear pav. Asfálticos, MC-V8, 8.502.9	RP(oper)				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
						Fraass MC-V8, 8.302.17	RE				0,0%	SI	RE			0,0%	SI	
												%TOTAL AVANCE		0,0%				

Fuente: Registros LEMCO

Figura 2-4. Planilla Excel Plan de Aseguramiento de la Calidad

2.1.2. Informes de Aseguramiento de la Calidad

- Informes de tipo externo:

Los informes de Aseguramiento de la Calidad son de preferencia de tipo externo. En este caso las identificaciones son del tipo común para los resultados vinculados al cliente, tal que el informe no presente diferencias al respecto con los comunes emitidos. En el caso de los resultados de la muestra gemela (RE o RP), las identificaciones son las siguientes:

a) Identificación de la muestra: XXXXX-YY

Donde:

XXXXX : Corresponde al número correlativo de la muestra gemela, diferente de la muestra “original”.

YY : RP o RE, dependiendo de si el ensayo vinculado deberá ser realizado en Reproducible o Replicado.

b) Número de O.T.: Correlativo diferente al número de O.T. originado por la solicitud del Cliente.

c) Número Informe de Ensayo: Equivalente al número de O.T.

Cabe señalar, que en el Informe correspondiente al ensayo de la muestra gemela, se debe hacer referencia a lo siguiente:

- ✓ Número del Informe de Ensayo que contiene los resultados del ensayo “original” (solicitado por el Cliente),
- ✓ Identificación de la muestra “original” de la cual la presente es gemela.
- ✓ Indicar si corresponde a un ensayo realizado en Replicado (RE) o Reproducible (RP).

- Informes de tipo interno:

De no ser posible realizar los ensayos para Aseguramiento de la Calidad en forma externa, es decir para un cliente, con un desfase máximo respecto a lo programado de 2 meses, entonces estos se realizan de forma interna, cumpliendo con la función de solicitante del ensayo el Jefe de Laboratorio en representación de LEMCO. En este caso la Orden de Trabajo es interna (O.I.). Esto permite al Laboratorio no atrasarse en más de 3 meses con el cumplimiento del programa anual de Aseguramiento de la Calidad, plazo establecido como máximo y determinado por la carga normal de trabajo en el Laboratorio.

Los resultados van en un solo informe, el cual es realizado por el departamento de Calidad. El informe contiene la siguiente información:

a) Número de las muestras: MS-OI-NºA y MS-OI-NºB.

- Detección de trabajos involucrados
- Registro de trabajo No Conforme
- Tratamiento del problema como un Trabajo No Conforme

Los criterios a aplicar fueron obtenidos principalmente de la normativa técnica en que se basan directamente los ensayos involucrados. Cabe señalar que en el caso de que las normas que rigen los ensayos no indican criterios de aceptación para los resultados obtenidos, se recurre a las normas de referencia, las que en su mayoría son ASTM. Cuando ni las normas directas ni las de referencia mencionan criterios de aceptación, éstos se basan en los conocimientos y experiencia de Laboratoristas, Jefes de Área y cuando se requiera de Especialistas.

Dado que la normativa técnica para informar respecto a los criterios de aceptación o rechazo de los resultados de los ensayos se basa en estadística, es importante aclarar los siguientes conceptos:

- a) Promedio: Término que define el valor característico de un conjunto de números. El promedio también puede verse como el valor típico o el valor que representa a la población. Corresponde a la suma de todas las mediciones dividido por el total de ellas.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Donde:

xi = cada uno de los resultados de los ensayos realizados en Replicado (RE) o Reproducible (RP)

n = cantidad total de resultados

- b) Desviación Estándar (1s): Es una medida (cuadrática) que informa de la medida de distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética (o promedio), expresada en las mismas unidades que la variable.

$$1s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Donde:

x_i = cada uno de los resultados de los ensayos realizados en Replicado (RE) o Reproducible (RP)

n = cantidad total de resultados

- c) Coeficiente de variación (1s%): En algunos casos el coeficiente de variación es usado en lugar de la desviación estándar como estadística fundamental. Corresponde a la desviación estándar (1s) dividida por el promedio de las mediciones y expresado como un porcentaje.

$$1s\% = \frac{1s}{\bar{x}} 100\%$$

- d) Diferencia aceptable entre dos resultados (d2s): Ha sido seleccionada como el índice apropiado de precisión en la mayoría de las declaraciones de precisión. Este índice indica una diferencia máxima aceptable entre dos resultados obtenidos en el ensayo de porciones del mismo material. El índice (d2s) es la diferencia entre dos resultados individuales de ensayo que sería igualado o superando en el largo plazo sólo en 1 caso de 20 con una normal y correcta realización del ensayo.

$$d2s = 1s \cdot 2 \sqrt{2}$$

- e) Diferencia aceptable entre dos resultados porcentual (d2s%): Es la diferencia entre 2 resultados individuales de ensayo expresado en porcentaje de su promedio que cumplan iguales requerimientos. Es decir, el coeficiente de variación multiplicado por $2\sqrt{2}$.

$$d2s\% = 1s\% \cdot 2 \sqrt{2}$$

2.1.4. Responsabilidad del Laboratorio

- El Jefe de Laboratorio es responsable de:

- ✓ Garantizar de manera oportuna los recursos para la implementación del Procedimiento para Aseguramiento de la Calidad (PR-CAL-16).
 - ✓ Implementar y velar por el cumplimiento de lo establecido en éste.
- El Jefe de Operaciones es responsable de:
 - ✓ Controlar la aplicación oportuna del Procedimiento para Aseguramiento de la Calidad.
 - ✓ Coordinar la toma de una doble muestra con el cliente.
- El Jefe de Calidad es responsable de:
 - ✓ Verificar la aplicación y cumplimiento de lo establecido en el Procedimiento para Aseguramiento de la Calidad.
 - ✓ Realizar los cálculos correspondientes para verificar que los resultados obtenidos en los ensayos Replicados y Reproducibles cumplan con lo establecido.
 - ✓ Reportar al Directorio, garantizando la adecuación de la información para la toma de decisiones.
- Los Jefes de Área son responsables de:
 - ✓ Velar por la aplicación del Procedimiento para Aseguramiento de la Calidad en las áreas y actividades bajo su responsabilidad.
- Los Subrogantes de cada área técnica son responsables de:
 - ✓ Llevar a cabo el cumplimiento del Programa Aseguramiento de la Calidad”, en la forma prescrita y hacer llegar las “Fichas de Ensayo” correspondientes al Jefe de Calidad.

2.2. REGISTROS: INVENTARIO Y PROGRAMA DE CALIBRACIÓN/ VERIFICACIÓN/MANTENCIÓN DE EQUIPOS

Otra actividad de gran importancia desarrollada por la alumna fue la elaboración de un nuevo inventario y la reprogramación de calibraciones, verificaciones y mantenciones de los equipos de cada área técnica del Laboratorio.

La NCh-ISO 17025-2005 en el punto 5.5.5 establece que se debe mantener registro de cada componente del equipo y su software que sea importante para la realización de los ensayos. Los registros deben incluir por lo menos lo siguiente:

- a) identificación del equipo y su software;
- b) nombre del fabricante, identificación del modelo, número de serie u otra identificación única;
- c) verificaciones de la conformidad del equipo con la especificación;
- d) ubicación actual, cuando corresponda;
- e) instrucciones del fabricante, si están disponibles, o referencia de su ubicación;
- f) fechas, resultados y copias de los informes y los certificados de todas las calibraciones, ajustes, criterios de aceptación, y fecha prevista de la próxima calibración;
- g) plan de mantenimiento, cuando corresponda, y mantenimiento realizado hasta la fecha;
- h) cualquier daño, modificación o mal funcionamiento del equipo.

Para cumplir con esto, la alumna registró detalladamente cada equipo e instrumento existente en las distintas áreas, sin tomar como referencia el registro de Inventario anterior, ya que el departamento de Calidad estableció un nuevo procedimiento; elaborar un registro de Equipos nuevo cada año. Para algunos equipos e instrumentos se establecieron nuevas fechas de calibración y verificación, dependiendo de si este ingresó recientemente al Laboratorio o las fechas señaladas en el programa no coincidían con los tiempos sugeridos en los certificados.

Además de esto, se marcó cada equipo con su identificación correspondiente, ya que con el paso del tiempo y la manipulación, estas identificaciones se borraron. Esta acción es de suma importancia debido a que según normativa por la cual se rige el Laboratorio, cada equipo utilizado para los ensayos, que sea importante para el resultado, debe tener una identificación única.

utilizar un equipo/instrumento que se encuentre en malas condiciones, alterando los resultados de los ensayos.

[illegible]

Fuente: Registros LEMCO

Figura 2-8. Registro Formato Programación

Verificaciones/Calibraciones/Mantenciones Fuera de Uso

LEMCO, además cuenta con un programa para la calibración de sus patrones de referencia.

Estos patrones, conservados en el mismo Laboratorio, específicamente en la oficina de Calidad son utilizados solo para la verificación intermedia de otros equipos que estén en funcionamiento y para ningún otro propósito.



REGISTRO

LISTADO DE PATRONES PARA VERIFICACIÓN

REG-40

Rev: 1

Fecha: 23/06/2009

Página 2 de 2

Instrumento	Modelo	Nº de Serie	Identificación Interna	Fabricante	Rango	Res. o DMS	Fecha de calibración	Organismo calibrador	Periodo entre calibraciones	Próx. calibración	Ubicación
											Sala 380 Área AS
											Sala 380 Área AS
											Sala 380 Área AS
											Sala 380 Área AS
											Sala 380 Área AS
											Sala 380 Área AS
											Sala 380 Área AS
											Sala 380 Área AS
											Sala 380 Área AS
											Sala 380 Área AS
											Sala 380 Área AS
											Of. Calidad
											Of. Calidad
											Of. Calidad
											Sala 380 Área AS

Fuente: Registros LEMCO

Figura 2-10. Formato Registro Listado de Patrones para Verificación

Los principales organismos de calibración regularmente contratados por el Laboratorio son los siguientes, sin orden de importancia:

- CESMEC
- IDIEM
- DTS
- DICTUC
- LMC
- TROXSERVICE

CERTIFICADO DE CALIBRACION
SMC - 42731

Solicitante	: UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA	Orden de Trabajo	: 436014
Dirección	: Av. España Nº 1680, Valparaíso.	Fecha de Emisión	: 2015-12-14

División Metrología - Laboratorio de Calibración en la Magnitud Longitud - Santiago

IDENTIFICACION DEL INSTRUMENTO

Descripción	: Reloj comparador análogo de vástago.
Marca	: SOILTEST INC.
Modelo	: LC - 3M
Nº de Serie	: N/A
Identificación del Cliente	: MS - 27 - 4A
Intervalo de Medida	: 0 - 10 mm
Resolución	: 0,0025 mm

CONDICIONES Y FECHAS DE CALIBRACIÓN

Método	: Comparación
Norma de Referencia	: ISO 463 - 2006
Procedimiento	: PCE 131/700-407
Fecha de Calibración	: 11 de diciembre de 2015
Sello de Calibración	: 284684

CONDICIONES AMBIENTALES

Lugar de Calibración	: Departamento Obras Civiles UNIV. TECNICA FEDERICO SANTA MARIA.
Temperatura Calibración	: 20,5 °C - 20,5 °C
Humedad Relativa	: 52,0% - 53,0% HR

TRAZABILIDAD DE CALIBRACIÓN

Patrón	: Banco de Calibración Dial Test
Código Interno	: LC - 8
Certificado	: 1172095
Vigencia	: Abril de 2016
Trazabilidad	: Laboratorio Custodio de los Patrones Nacionales de Longitud LCPN-L(CHILE)

Terreno / JPA

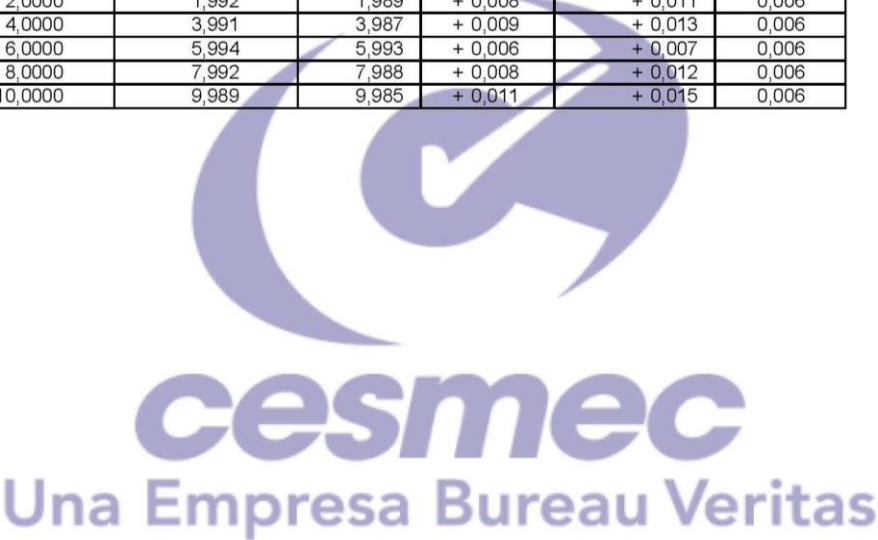
Pág. 1 de 2 Págs.

Fuente: Registros LEMCO

Figura 2-11. Ejemplo Certificado de calibración CESMEC, página 1

RESULTADOS (mm)

Indicación Instrumento	Valor de Referencia		Error		Incertidumbre (k=2)
	Ascendente	Descendente	Ascendente	Descendente	
0,0000	0,000	- 0,003	0,000	+ 0,003	0,006
0,2000	0,195	0,191	+ 0,005	+ 0,009	0,006
0,4000	0,397	0,394	+ 0,003	+ 0,006	0,006
0,6000	0,598	0,595	+ 0,002	+ 0,005	0,006
0,8000	0,796	0,793	+ 0,004	+ 0,007	0,006
1,0000	0,996	0,992	+ 0,004	+ 0,008	0,006
2,0000	1,992	1,989	+ 0,008	+ 0,011	0,006
4,0000	3,991	3,987	+ 0,009	+ 0,013	0,006
6,0000	5,994	5,993	+ 0,006	+ 0,007	0,006
8,0000	7,992	7,988	+ 0,008	+ 0,012	0,006
10,0000	9,989	9,985	+ 0,011	+ 0,015	0,006




Alexis Illanes G.
Supervisor Jefe LC - Longitud

El presente certificado de calibración corresponde a un documento oficial y original, emitido por la División de Metrología de CESMEC S.A. Para verificar su autenticidad, visite el sitio web <http://www.cesmec.cl/cgi-bin/verificar.cgi>

Terreno / JPA

Pág. 2 de 2 Págs.

Fuente: Registros LEMCO

Figura 2-12. Ejemplo Certificado de Calibración CESMEC, página 2

Luego de recopilar todos los datos requeridos para la confección de inventario y reprogramación de Verificaciones/Calibraciones/Mantenciones, estos fueron ingresados por la alumna en los formatos de registro correspondientes y, para finalizar el trabajo, los registros fueron entregados formalmente en forma física a cada Jefe de Área mediante un documento confeccionado especialmente para la entrega y recepción de estos (REG-11, Rev. 3), el cual fue firmado por quienes recibieron los registros.

	REGISTRO ENTREGA Y RECEPCIÓN DE DOCUMENTOS	REG-11	
		Rev: 3	Fecha: 24/01/2011
		Página 1 de 1	

Datos del documento:

Fecha de Entrega:

Documento ☐

Registro ☐

Formato de Registro ☐

Nombre	Código	Versión	Fecha actualización

Tipo de Archivo:

Magnético ☐

Físico ☒

Entregado a	N°Copias	Cargo	Firma

Documento se encuentra en red.

Nomenclatura: JL: Jefe de Laboratorio, JAHO: Jefe Área Hormigón, JAAS: Jefe Área Asfalto, JAMS: Jefe Área Mecánica de Suelos, JO: Jefe Operaciones, S: Secretaria, (S): Subrogante, EAS: Especialista Asfalto, EHO: Especialista Hormigón, EMS: Especialista Mecánica de Suelos, L: Laboralista, AL: Ayudante de Laboratorio, AO: Asistente de operaciones.

Fuente: Registros LEMCO

Figura 2-13. Registro Formato Entrega y Recepción de Documentos

Otra tarea de exclusiva responsabilidad del Área de Calidad encomendada a la alumna, además de las ya mencionadas anteriormente, fue comprobar que el Compromiso de Confidencialidad y las Descripciones de Cargo de todo el personal del Laboratorio se mantuvieran vigentes y con el timbre de Copia Controlada tanto físicamente junto con los demás documentos en los archivadores, así como en los registros de la red.

Además el departamento de Calidad es responsable de mantener un registro de todos los ensayos que están autorizados a realizar cada Laboralista y Ayudante de Laboratorio de cada área. Éstos corresponden al REG-44 y REG-44-1 respectivamente. Al mantener actualizada esta información el Laboratorio se asegura de que el personal, en este caso específicamente Laboristas, Ayudantes de Laboratorio y Jefes de Área, sea informado constantemente sobre los ensayos que

puede y no puede realizar. Esta información puede ser solicitada por parte de Operadores y Jefes de Área al departamento de Calidad cuando se requiera, y es responsabilidad del Área de Calidad contar con los registros al día.

	REGISTRO TABLA DE RESPONSABLES - ENSAYOS POR ÁREA		REG-44	
			Rev: 1	Fecha: 01/12/2009
			Página 1 de 1	

ÁREA (NOMBRE DEL ÁREA)			
Ensayos	Norma	Responsable	

Fuente: Registros LEMCO

Figura 2-14. Registro Formato Tabla de responsables - Ensayos por área

La alumna se hizo responsable de mantener actualizada una lista interna exclusiva de Calidad con las vigencias de Resolución de Manejo de Densímetro Nuclear de cada Operador autorizado. En caso de encontrarse vencido este documento el Operador se encontrará inhabilitado para el manejo del equipo, y en caso de encontrarse próxima la fecha de vencimiento del documento, el departamento de Calidad será el responsable de realizar los trámites necesarios para mantener vigente esta Resolución.

Además el Área de Calidad informa constantemente a los Laboratoristas sobre las fechas de vencimiento de sus Licencias de Laboratorista Vial, para que ellos puedan gestionar la actualización de este documento a su debido tiempo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al finalizar las horas de pasantía realizadas en LEMCO se cumplió con los objetivos planteados en un inicio; la alumna adquirió experiencia en el mundo laboral de los laboratorios de ensaye de materiales, principalmente en el área de Calidad, aplicando gran parte de lo aprendido durante sus 3 años de estudio en la Universidad Técnica Federico Santa María.

Mediante los trabajos llevados a cabo por la alumna como Asistente de Calidad, se logró una rápida adaptación por parte de ésta al ambiente de trabajo y se tomó conocimiento de la existencia de procedimientos llevados a cabo en el área de Calidad para asegurar el buen funcionamiento del laboratorio en general. Gran parte de estos procedimientos son elaborados por el mismo laboratorio cumpliendo con la normativa vigente, los cuales fueron de ayuda para la alumna durante el desarrollo de su trabajo en el área.

Para lograr un buen desempeño en las tareas encomendadas, la alumna debió estudiar los aspectos básicos de la NCh-ISO 17025.Of2005; Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensaye y calibración, la cual cubre los ensayos que se realizan utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el propio laboratorio. Esta norma es la base en la elaboración del Sistema de Gestión de la Calidad del laboratorio y los procedimientos que conlleva este sistema se encuentran detallados en el Manual del Sistema de Gestión LEMCO.

Por último, otro punto a considerar en el análisis de la realización de la pasantía de la alumna en la empresa, es la importancia que adquiere en un laboratorio de ensaye de materiales el reconocimiento del Instituto Nacional de Normalización (INN), el cual se demuestra mediante la acreditación de éste. Los beneficios de la acreditación para un laboratorio son los siguientes:

- a) demostrar su competencia,
- b) entregar confianza en los resultados de ensayo,
- c) dar credibilidad y aceptación a las certificaciones, lo que evita la repetición de ensayos,
- d) y facilita el intercambio de productos y servicios a nivel nacional e internacional.

BIBLIOGRAFÍA

- a) Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile. Manual de Carreteras Volumen N°8 - Especificaciones y Métodos de Muestreo, Ensaye y Control - 8.003.12 Reglamento para la capacitación y acreditación de Laboratoristas Viales. (MC-V8), 2014. Santiago, Chile: 2014. 1109 p.
- b) Instituto Nacional de Normalización (Chile). Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos. NCh-ISO 9001. Of.2009. Santiago, Chile: 2009. 43 p.

Instituto Nacional de Normalización. ¿Qué es una norma?. [en línea]. <<http://www.inn.cl/que-es-una-norma>>. [consulta: 06 de marzo de 2017].
- c) Instituto Nacional de Normalización (Chile). Evaluación de la conformidad – Vocabulario y principios generales. NCh-ISO 17000.Of2005. Santiago, Chile: 2005. 30 p.
- d) Instituto Nacional de Normalización. Acreditación. [en línea]. <<http://www.inn.cl/acreditacion>>. [consulta: 06 de marzo de 2017].
- e) Laboratorio de Ensaye de Materiales y Control de Obras. Manual del Sistema de Gestión LEMCO. MSG-CAL-00 (Rev. 29), 2016.
- f) Laboratorio de Ensaye de Materiales y Control de Obras. Procedimiento Aseguramiento de la Calidad. PR-CAL-16 (Rev.11), 2015.
- g) Laboratorio de Ensaye de Materiales y Control de Obras. Procedimiento Trabajo No Conforme. PR-CAL-05 (Rev.11), 2011.
- h) MÉNDEZ ROSEY, Julio César. Calidad, concepto y filosofías: Deming, Juran, Ishikawa y Crosby [En Línea]. <<https://www.gestiopolis.com/calidad-concepto-y-filosofias-deming-juran-ishikawa-y-crosby/>>. [consulta: 10 de mayo de 2013].
- i) Sección de Laboratorio y Asuntos Científicos de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC). Glosario de términos sobre garantía de calidad y buenas prácticas de laboratorio [en línea]. <https://www.unodc.org/documents/scientific/Glossary_ST_NAR_26_S.pdf> [consulta: 15 de marzo de 2017].

- j) Organización Internacional de Normalización. Sistemas de Gestión de la Calidad – Fundamentos y vocabulario. ISO 9000:2005 (traducción certificada). Ginebra, Suiza: 2005. 42 p.

ANEXOS

ANEXO A: DEFINICIONES

Acción Correctiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable.

Acreditación: Atestación de tercera parte relativa a un organismo de evaluación de la conformidad que constituye la demostración formal de su competencia para llevar a cabo tareas específicas de evaluación de la conformidad.

Aseguramiento de la Calidad: Parte de la Gestión de la Calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad.

Atestación: Emisión de una afirmación, basada en una decisión tomada después de la revisión, que se ha demostrado que se cumplen los requisitos especificados.

Calibración: Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.

Calidad: Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

Control: Proceso que consiste en verificar que las actividades se realicen conforme a un procedimiento adoptado y en aplicar, en su caso, las medidas correctivas necesarias o conducentes.

Evaluación de la conformidad de tercera parte: Actividad de evaluación de la conformidad que lleva a cabo una persona u organismo que es independiente de la persona u organización que provee el objeto y también de los intereses del usuario de dicho objeto.

Evaluación de la conformidad: Demostración que se cumplen los requisitos especificados relativos a un producto, proceso, sistema, persona u organismo.

Gestión de la Calidad: Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad.

Laboratorista Vial: Encargado de realizar los muestreos, ensayos, mediciones y análisis necesarios para verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de las obras, conforme a la normativa vigente, en lo que dice relación a la calidad de los materiales empleados, métodos de ensaye utilizados, requisitos de diseño y otros aspectos relacionados con la ejecución de éstas.

Norma: Documento de conocimiento y uso público, aprobado por consenso y por un organismo reconocido. La norma establece, para usos comunes y repetidos, reglas, criterios o características para las actividades o sus resultados y procura la obtención de un nivel óptimo de ordenamiento en un contexto determinado.

Organismo de acreditación: Organismo con autoridad que lleva a cabo la acreditación.

Trabajo No Conforme: Todo aquel trabajo de ensayo que no cumple con las especificaciones o requisitos previos, ya sean propios o del cliente.

Verificación: Aportación de evidencia objetiva de que un elemento dado satisface los requisitos especificados

ANEXO B: REGISTRO COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD E INTEGRIDAD LEMCO

	REGISTRO COMPROMISO	REG-61	
		Rev: 0	Fecha: 07/01/2013
		Página 1 de 1	

Compromiso de Confidencialidad e Integridad

Yo, _____, Rut _____, cargo: _____, me comprometo a:

- 1. No participar en actividades que pudieran disminuir la confianza del Laboratorio LEMCO, en mi competencia, imparcialidad, juicio e integridad operativa.
- 2. Llevar a cabo mis responsabilidades dentro del Laboratorio LEMCO, respetando la normativa técnica vigente y aplicable.
- 3. Hacer caso omiso de instrucciones provenientes de jerarquía superior que invaliden el punto anterior
- 4. No obedecer órdenes o indicaciones del Cliente que impliquen faltar a las Normas o Procedimientos estipulados
- 5. No recibir pagos o incentivos por parte del cliente por los servicios prestados.
- 6. No informar sobre los resultados obtenidos a ninguna entidad que no sea el Cliente
- 7. No revelar información confidencial perteneciente al Laboratorio LEMCO a ninguna persona que no sea parte integral de éste.
- 8. Dar aviso al Jefe de Operaciones y al Jefe de Calidad, de observar un posible incumplimiento por parte de algún compañero, al presente compromiso de Confidencialidad e Integridad.

Nombre

Valparaíso, de ____ del 201_.

ANEXO C: REGISTRO DESCRIPCIÓN DE CARGO ASISTENTE DE CALIDAD

	DESCRIPCIÓN DE RESPONSABILIDADES POR CARGO	REG-39	Rev:1	Fecha: 23/06/09
		Preparado por: Jefe de Calidad		
		Fecha: 18 de mayo de 2015		
Nombre del Cargo		: Asistente de Calidad		
Número de Cargos		: 1		
Sección		: Calidad		
Dependencia del Cargo		: Jefe de Calidad		
Supervisión del Cargo		: --		
Subrogante del Cargo		: --		
Profesión		Experiencia Requerida		Características Personales
Técnico en Construcción u otro del área de la construcción, egresado o titulado, con conocimientos específicos en NCh ISO 17025 Of.2005.		Conocimientos básicos en ensayos de Laboratorio y experiencia en implementación y/o mantención de SG bajo NCh ISO 17025 Of.2005		Proactivo, dinámico, muy ordenado, claro y organizado, metódico, honesto y responsable.
Naturaleza de la Función				
Apoyo al Área Calidad.				
Responsabilidades Específicas				
• Apoyo al Jefe de Calidad en tareas tales como: – Desarrollo de auditorías internas – Reunión de información para acreditación de nuevos ensayos, llenado de F420 – Implementación de cambios al aparecer nueva versión de normas de ensayo – Llenado de planillas para Aseguramiento de la Calidad. • Respetar lo indicado en los documentos del SG en lo que concierne a sus actividades.				
Nombre del responsable del cargo:		Aprobado por:		
Supervisor Directo: Natalie González Bahamonde.		Jefe de Laboratorio – Carlos Wahr		
		Fecha: 04 de enero de 2016		

ANEXO D: CRITERIOS DE ACEPTACIÓN – ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Norma	Ensayo	Criterios de Aceptación			Observación
		Repetibilidad	Reproducibilidad	Fuente	
ASFALTOS					
8.302.37 (MC-V8)	Densidad máxima de mezclas asfálticas	d2s = 11 [kg/m3]	d2s = 19 [kg/m3]	MC-V8, 8.302.37 (LNV 12)	El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios.
8.302.29 (MC-V8)	Adherencia de árido-asfalto por el método estático	Dada la naturaleza del ensayo los resultados deben ser iguales.	Dada la naturaleza del ensayo los resultados deben ser iguales.	Experiencia de Operadores	
MC-V8 8.302.30	Adherencia de árido-asfalto mediante carbonato de sodio (Riedel Weber),	Dada la naturaleza del ensayo los resultados deben ser iguales.	Dada la naturaleza del ensayo los resultados deben ser iguales.	Experiencia de Operadores	
8.302.36 (MC-V8)	Determinación del contenido de bitumen en mezclas	Mezclas asfálticas con agregados de	Mezclas asfálticas con agregados de	NCh 3133 Of.2008	Para mezclas asfálticas con agregados

	(ensayo de extracción)	capacidad de absorción de agua menor que 1.25%. d2s=0,59 [%] 1s=0,21 [%] Mezclas asfálticas con agregados de capacidad de absorción de agua mayor o igual que 2.5%. d2s=0,85 [%] 1s=0,3 [%]	capacidad de absorción de agua menor que 1.25%. d2s=0,62 [%] 1s=0,22 [%] Mezclas asfálticas con agregados de capacidad de absorción de agua mayor o igual que 2.5%. d2s=1,05 [%] 1s=0,37 [%]		de capacidad de absorción de agua mayor o igual que 1.25% y menor que 2.5%, los valores de precisión y sesgo se encuentran en estudio. El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios.
8.302.38 (MC-V8)	Densidad real de mezclas asfálticas compactadas	Valor max. nominal del agregado 12, 5 mm 1s=0,008 [kg/m3] d2s=0.023 [kg/m3] Valor max.	Valor max. nominal del agregado 12, 5 o 19 mm 1s=0,015 [kg/m3] d2s=0.042 [kg/m3]	ASTM D 2726-10	El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios. Los criterios fueron

		nominal del agregado 19 mm 1s=0,013 [kg/m3] d2s=0,037 [kg/m3]			establecido s para mezclas asfálticas con agregados de capacidad de absorción de agua menor que 1.5%.
ASTM D 3549-03	Determinación del espesor de probetas provenientes de mezclas bituminosas compactadas	Medición de diámetro 1s = 0,178 [mm] d2s = 0,503 [mm] Medición de altura 1s = 0,584 [mm] d2s = 1,652 [mm]	Medición de diámetro 1s = 0,254 [mm] d2s = 0,718 [mm] Medición de altura 1s = 1,118 [mm] d2s = 3,162 [mm]	ASTM D 3549-03	El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios.
8.502.9 (MC-V8)	Determinación de densidad de capas asfálticas con densímetro	Mezcla Nueva 1s = 14,9 [kg/m3] d2s = 41,97 [kg/m3]	Mezcla nueva 1s = 53,66 [kg/m3] d2s = 209,20 [kg/m3]	ASTM D 2950-05	El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios.

	nuclear		Mezcla vieja 1s = 83,94 [kg/m3] d2s = 327,42 [kg/m3]		
8.302.28 (MC-V8)	Análisis granulométrico, agregados provenientes de extracción	Diferencia directa máxima: Finos: 1% Gruesos: 2%	Diferencia directa máxima: Finos: 2% Gruesos: 3%	Experiencia de Operadores	
NCh 165 Of.2009	Granulometría	Diferencia directa máxima: Finos: 1% Gruesos: 2%	Diferencia directa máxima: Finos: 2% Gruesos: 3%	Experiencia de Operadores	
NCh 1223 Of.77	Determinación del material fino menor a 0.08 mm	Agregado grueso (1) 1s = 0,1 [%] d2s = 0,28 [%] Agregado fino (2) 1s = 0,15 [%] d2s = 0,43 [%]	Agregado grueso (1) 1s = 0,22 [%] d2s = 0,62 [%] Agregado fino (2) 1s = 0,29 [%] d2s = 0,82 [%]	ASTM C 117-04	(1) La estimación de la precisión está basada en agregados que tengan un tamaño máximo nominal de 19 mm con menos de un 1.5% de fino del

					tamiz de 75-µm (2) La estimación esta basada en agregados que tengan un 1 a 3% de fino del tamiz de 75-µm. El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios.
8.202.6 (MC-V8)	Cubicidad de partículas	Agregado grueso: 1s = 0,71 [%]	Agregado grueso 1s = 1,42 [%]	Experiencia de operadores	Este criterio aplica tanto para el porcentaje de chancado, porcentaje de rodado y el índice de lajas
NCh 1369 Of.78	Desgaste de las gravas, máquina de los Ángeles	1s% = 2 [%] d2s% = 5,7 [%]	1s% = 4,5 [%] d2s% = 12,7 [%]	ASTM C 131-06	Se determinó para un agregado grueso de un tamaño máximo nominal de

					19.0-mm (3/4-in) con un porcentaje de pérdidas en el rango de 10 a 45% El término reproducibi lidad está referido a ensayos multilabora torios.
NCh 1116E Of.77	Densidad aparente	Agregado Grueso 1s = 14 [kg/m3] d2s = 40 [kg/m3] Agregado Fino 1s = 14 [kg/m3] d2s = 40 [kg/m3]	Agregado Grueso 1s = 30 [kg/m3] d2s = 85 [kg/m3] Agregado Fino 1s = 44 [kg/m3] d2s = 125 [kg/m3]	ASTM C 29/C 29M- 09	El término reproducibi lidad está referido a ensayos multilabora torios.
NCh 1117 Of.2010	Densidades real y neta y absorción de agua de las gravas	Densidad (OD): 1s = 9 [kg/m3] d2s = 25 [kg/m3] Densidad (SSD),	Densidad (OD): 1s = 13 [kg/m3] d2s = 38 [kg/m3] Densidad (SSD),	ASTM C 127-07	El término reproducibi lidad está referido a ensayos multilabora torios. OD :Oven

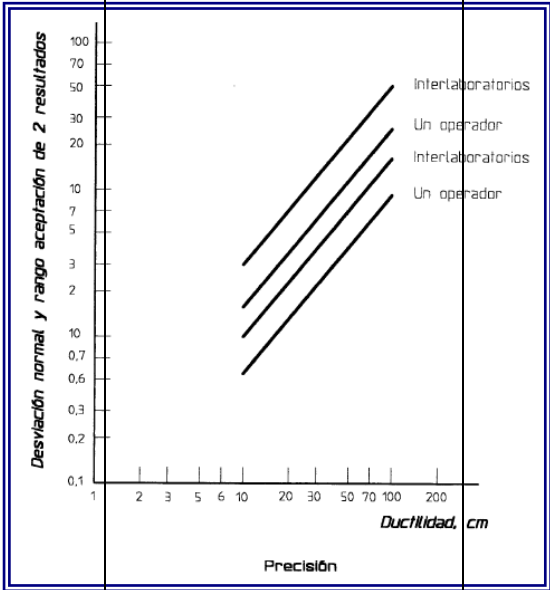
		1s = 7 [kg/m3] d2s = 20 [kg/m3] Densidad Aparente 1s = 7 [kg/m3] d2s = 20 [kg/m3] Densidad Relativa (gravedad espec.)(OD) 1s = 0,009 [kg/m3] d2s = 0,025 [kg/m3] Densidad Relativa (gravedad esp.)(SSD) 1s = 0,007 [kg/m3] d2s = 0,020 [kg/m3] Densidad Relativa Aparente (gravedad específica	1s = 11 [kg/m3] d2s = 32 [kg/m3] Densidad Aparente 1s = 11 [kg/m3] d2s = 32 [kg/m3] Densidad Relativa (gravedad espec.)(OD) 1s = 0,013 [kg/m3] d2s = 0,038 [kg/m3] Densidad Relativa (gravedad esp.)(SSD) 1s = 0,011 [kg/m3] d2s = 0,032 [kg/m3] Densidad Relativa Aparente (gravedad específica		Dry SSD: Saturated Surface Dry
--	--	--	--	--	--

		aparente) 1s = 0,007 [kg/m3] d2s = 0,020 [kg/m3] Absorción 1s = 0,11%] d2s = 0,31 [%]	aparente) 1s = 0,011 [kg/m3] d2s = 0,032 [kg/m3] Absorción 1s = 0,23 [%] d2s = 0,66%]		
NCh 1239 Of.77	Densidades real y neta y absorción de agua de las arenas	Densidad (OD): 1s = 11 [kg/m3] d2s = 13 [kg/m3] Densidad (SSD), 1s = 9,5 [kg/m3] d2s = 27 [kg/m3] Densidad Aparente 1s = 9,5 [kg/m3] d2s = 27 [kg/m3] Densidad Relativa (gravedad espec.)(OD)	Densidad (OD): 1s = 23 [kg/m3] d2s = 64 [kg/m3] Densidad (SSD), 1s = 20 [kg/m3] d2s = 56 [kg/m3] Densidad Aparente 1s = 20 [kg/m3] d2s = 56 [kg/m3] Densidad Relativa (gravedad espec.)(OD)	ASTM C 128-07a	El término reproducibi lidad está referido a ensayos multilabora torios OD :Oven Dry SSD: Saturated Surface Dry

		1s = 0,011 [kg/m3] d2s = 0,032 [kg/m3] Densidad Relativa (gravedad esp.)(SSD) 1s = 0,0095 [kg/m3] d2s = 0,027 [kg/m3] Densidad Relativa Aparente (gravedad específica aparente) 1s = 0,0095 [kg/m3] d2s = 0,027 [kg/m3] Absorción 1s = 0,11%] d2s = 0,31 [%]	1s = 0,023 [kg/m3] d2s = 0,066 [kg/m3] Densidad Relativa (gravedad esp.)(SSD) 1s = 0,020 [kg/m3] d2s = 0,056 [kg/m3] Densidad Relativa Aparente (gravedad específica aparente) 1s = 0,020 [kg/m3] d2s = 0,056 [kg/m3] Absorción 1s = 0,23 [%] d2s = 0,66%]		
NCh 2337 Of.98	Punto de ablandamie nto	Diferencia ≤ 1,2 [°C] 1s = 0,3	Diferencia ≤ 2 [°C] 1s = 1,26	NCh 2337 Of.98	El término reproducibi lidad está

	mediante anillo y bola	[°C]	[°C]		referido a ensayos multilabora torios
NCh 2340 Of.1999	Penetración	Asfalto a 25 °C penetración bajo 50 1s = 0,35 unidades d2s = 1 unidad Asfalto a 25 °C penetración 50 ó mayor 1s = 1,1% de su prom. d2s = 3% de su prom.	Asfalto a 25 °C penetración bajo 50 1s = 1,4 unidades d2s = 4 unidades Asfalto a 25 °C penetración 50 ó mayor 1s = 2,8% de su prom. d2s = 8% de su prom.	NCh 2340 Of.1999	El término reproducibi lidad está referido a ensayos multilabora torios
NCh 2034 Of.1999	Asfaltenos en petróleos combustibl es-Método por insolubles en n- heptano	1s = 0,53 [%] d2s = 1,51 [%]	1s = 0,93 [%] d2s = 2,78 [%]	NCh 2034 Of.1999	La precisión se obtiene para muestras que tienen entre 4.0% y 29% de insolubles en n- heptano

					El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios
NCh 2343 Of.1999	Ensayo de la mancha	Dada la naturaleza del ensayo los resultados deben ser iguales.	Dada la naturaleza del ensayo los resultados deben ser iguales.	Experiencia de Operadores	
NCh 1325 Of.78	Equivalente de Arena	Equivalente de Arena>80 1s = 1,5 puntos d2s = 4,2 puntos Equivalente de Arena<80 1s = 2,9 puntos d2s = 8,2 puntos	Equivalente de Arena>80 1s = 4,4 puntos d2s = 12,5 puntos Equivalente de Arena<80 1s = 8 puntos d2s = 22,6 puntos	ASTM D 2419 - 09	El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios
NCh 2347 Of.1999	Destilación de asfaltos cortados	Valores no deben diferir en más de 1.0% en volumen de la muestra	Los porcentajes determinados deben diferir en menos de los siguientes	NCh 2347 Of.1999	El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios

		original.	<table><tr><td>Fracción destilada</td><td>volumen porcentual de muestra a original</td></tr><tr><td>Hasta 175° C</td><td>3.5</td></tr><tr><td>Sobre 175° C</td><td>2.0</td></tr><tr><td>Residuo</td><td>2.0</td></tr></table>	Fracción destilada	volumen porcentual de muestra a original	Hasta 175° C	3.5	Sobre 175° C	2.0	Residuo	2.0	
Fracción destilada	volumen porcentual de muestra a original											
Hasta 175° C	3.5											
Sobre 175° C	2.0											
Residuo	2.0											
NCh 2342 Of.1999	Ductilidad			NCh 2342 Of.1999	Ensayo a 25°C. La línea inferior indica 1s y d2s para repetibilidad, mientras que la superior las indica para reproducibilidad. El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios							

8.302.24 (MC-V8)	Viscosidad mediante el viscosímetr o rotacional Brookfield	1s% = 2,6 [%] d2s% = 7,3 [%]	1s% = 7,4 [%] d2s% = 21,1 [%]	MC-V8 8.302.24	En la medición de la viscosidad de asfaltos, se mide a una temperatur a de 135°C El término reproducibi lidad está referido a ensayos multilabora torios
8.302.24 (MC-V8)	Viscosidad absoluta a 60°C, mediante el viscosímetr o rotacional Brookfield	No deben diferir en más de un 7% de su media	No deben diferir en más de un 10% de su media	NCh 2336 Of.98	El término reproducibi lidad está referido a ensayos multilabora torios
8.302.40 (MC-V8)	Resistencia a la deformació n plástica de mezclas asfálticas usando el aparato Marshall	Estabilidad 1s% = 6 [%] d2s%= 16 [%] Flujo 1s% = 9 [%] d2s% = 26 [%]	Estabilidad 1s% = 16 [%] d2s%= 43 [%] Flujo 1s% = 20 [%] d2s% = 58 [%]	ASTM D 6927-06	
ASTM C40/C40M -11	Impurezas orgánicas en	Dada la naturaleza del ensayo	Dada la naturaleza del ensayo	Experienci a de Operadores	

	agregados finos	los resultados deben ser iguales.	los resultados deben ser iguales.		
NLT 329/91	Recuperación Elástica por torsión de betunes asfálticos modificados	1s = 3,6 [%]	1s = 5,7 [%]	Experiencia de Operadores	
8.302.17 (MC-V8)	Punto de fragilidad Fraass	Los resultados no deberán diferir entre sí en más de 2 °C.	Los resultados no deberán diferir entre sí en más de 3 °C.	Repetib. MC-V8 8.302.17 Reprod. Experiencia de Operadores	

Norma	Ensayo	Criterios de Aceptación			Observación
		Repetibilidad	Reproducibilidad	Fuente	

MECANICA DE SUELOS					
NCh 1516 Of.79	Densidad en el terreno- Método del cono de arena	1s =14,15 [kg/m3]	1s = 21,22 [kg/m3]	Experiencia de Operadores	
8.102.1 (MC-V8)	Granulometría	Diferencia directa máxima: Finos: 1% Gruesos: 2%	Diferencia directa máxima: Finos: 2% Gruesos: 3%	Experiencia de Operadores	

NCh 1517/1 y 2 Of.79	Límites de Atterberg				Suelo	1s [%]			ASTM D 4318 – 10 Otro tipo de suelos: Experiencia de Operadores	El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios. Resumen de resultados de ensayos triplicados por cada laboratorio CH: Arcilla de alta plasticidad CL: Arcilla de baja plasticidad ML: Limo de baja plasticidad	
		Suelo	1s [%]			L	L	I			
			L	L							I
		CH	L	L	I	1	2	2			
			P	P	P						
		CH	0	0	0	.	.	.			
			7	5	8						
		CL	0	0	0	.	.	.			
			3	4	5						
		ML	0	0	0	.	.	.			
			5	3	6						
						Suelo	d2s [%]				
		Suelo	d2s [%]				L	L			I
			L	L	I						
		CH	L	L	I	4	6	7			
			P	P	P						
		CH	2	1	2	3	3	5			
CL	1	1	1	4	3	5					
ML	2	1	2								
Otro tipo de suelos: 1s =1 [%]				Otro tipo de suelos: 1s =2 [%]							

NCh 1852 Of.81	Razón de soporte CBR	Rango de Aceptación 5,9 [%]	Rango de Aceptación 8,2 [%]	Repet. ASTM D 1883-07e2 Reprod. Exp. De Operadores	Ejemplo Repetibilidad (con 5,9% de aceptación) CBR=3% rango
----------------	----------------------	-----------------------------	-----------------------------	---	--

					aceptación entre 2,823<3<3,177 CBR=120 % rango de aceptación 112,92<120<127,08 Ejemplo Reproducibilidad(con 8,2% de aceptación) CBR=10% rango aceptación entre 9,18<10<10,82 CBR=110 % rango de aceptación 100,98<110<119,02																																				
NCh 1534/2 Of.79	Proctor Modificado	Densidad: 1s =14,15 [kg/m3] Humedad: 1s = 0,71 [%]	Densidad: 1s = 21,22 [kg/m3] Humedad: 1s = 1,07 [%]	Experiencia de Operadores																																					
NCh 1534/1 Of.79	Proctor Normal	<table> <tr> <td>Sueño</td> <td>1s</td> <td></td> <td>Sueño</td> <td>1s</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>ω</td> <td></td> <td>D</td> <td>ω</td> <td></td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>[%]</td> <td></td> <td>M</td> <td>[%]</td> <td></td> </tr> </table>	Sueño	1s		Sueño	1s		D	ω		D	ω		M	[%]		M	[%]		<table> <tr> <td>Sueño</td> <td>1s</td> <td></td> <td>Sueño</td> <td>1s</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>ω</td> <td></td> <td>D</td> <td>ω</td> <td></td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>[%]</td> <td></td> <td>M</td> <td>[%]</td> <td></td> </tr> </table>	Sueño	1s		Sueño	1s		D	ω		D	ω		M	[%]		M	[%]		ASTM D 698-07e1 Otros	El término reproducibilidad está
Sueño	1s		Sueño	1s																																					
D	ω		D	ω																																					
M	[%]		M	[%]																																					
Sueño	1s		Sueño	1s																																					
D	ω		D	ω																																					
M	[%]		M	[%]																																					

		<table><tr><td></td><td>[lb /ft 3]</td><td>]</td><td>o</td><td></td><td>[l b/ ft 3]</td><td>%]</td></tr><tr><td>C H</td><td>0,5</td><td>0.2</td><td>C</td><td>1,</td><td>0.</td><td></td></tr><tr><td>C L</td><td>0,4</td><td>0.3</td><td>H</td><td>4</td><td>7</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>C</td><td>0,</td><td>0.</td><td></td></tr><tr><td>M L</td><td>0,5</td><td>0.3</td><td>L</td><td>8</td><td>5</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>M</td><td>0,</td><td>0.</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>L</td><td>6</td><td>5</td><td></td></tr><tr><td colspan="3"></td><td colspan="4"></td></tr><tr><td rowspan="5">S u e l o</td><td colspan="2">d2s</td><td></td><td colspan="3">d2s</td></tr><tr><td>D M</td><td>ω</td><td>S u e l o</td><td>D M</td><td colspan="2">ω</td></tr><tr><td>[lb /ft 3]</td><td>[%]</td><td></td><td>[l b/ ft 3]</td><td colspan="2">[%]</td></tr><tr><td>C H</td><td>1,3</td><td>0.7</td><td>C H</td><td>3,</td><td>1,8</td></tr><tr><td>C L</td><td>1,2</td><td>0.9</td><td>C L</td><td>2,</td><td>1.5</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>L</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>M</td><td>1,</td><td>1.3</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>L</td><td>6</td><td></td></tr><tr><td colspan="3">Otros suelos:</td><td colspan="4">Otros suelos:</td></tr><tr><td colspan="3">Densidad:</td><td colspan="4">Densidad:</td></tr><tr><td colspan="3">1s =14,15 [kg/m3]</td><td colspan="4">1s = 21,22 [kg/m3]</td></tr><tr><td colspan="3">Humedad:</td><td colspan="4">Humedad:</td></tr><tr><td colspan="3">1s = 0,71 [%]</td><td colspan="4">1s = 1,07 [%]</td></tr></table>		[lb /ft 3]	]	o		[l b/ ft 3]	%]	C H	0,5	0.2	C	1,	0.		C L	0,4	0.3	H	4	7					C	0,	0.		M L	0,5	0.3	L	8	5					M	0,	0.					L	6	5									S u e l o	d2s			d2s			D M	ω	S u e l o	D M	ω		[lb /ft 3]	[%]		[l b/ ft 3]	[%]		C H	1,3	0.7	C H	3,	1,8	C L	1,2	0.9	C L	2,	1.5					L	3						M	1,	1.3					L	6		Otros suelos:			Otros suelos:				Densidad:			Densidad:				1s =14,15 [kg/m3]			1s = 21,22 [kg/m3]				Humedad:			Humedad:				1s = 0,71 [%]			1s = 1,07 [%]				suelos: Experiencia de Operadores	referido a ensayos multilaboratorios. Resumen de resultados de ensayos triplicados por cada laboratorio CH: Arcilla de alta plasticidad CL: Arcilla de baja plasticidad ML: Limo de baja plasticidad
	[lb /ft 3]	]	o		[l b/ ft 3]	%]																																																																																																																																													
C H	0,5	0.2	C	1,	0.																																																																																																																																														
C L	0,4	0.3	H	4	7																																																																																																																																														
			C	0,	0.																																																																																																																																														
M L	0,5	0.3	L	8	5																																																																																																																																														
			M	0,	0.																																																																																																																																														
			L	6	5																																																																																																																																														
S u e l o	d2s			d2s																																																																																																																																															
	D M	ω	S u e l o	D M	ω																																																																																																																																														
	[lb /ft 3]	[%]		[l b/ ft 3]	[%]																																																																																																																																														
	C H	1,3	0.7	C H	3,	1,8																																																																																																																																													
	C L	1,2	0.9	C L	2,	1.5																																																																																																																																													
				L	3																																																																																																																																														
				M	1,	1.3																																																																																																																																													
				L	6																																																																																																																																														
Otros suelos:			Otros suelos:																																																																																																																																																
Densidad:			Densidad:																																																																																																																																																
1s =14,15 [kg/m3]			1s = 21,22 [kg/m3]																																																																																																																																																
Humedad:			Humedad:																																																																																																																																																
1s = 0,71 [%]			1s = 1,07 [%]																																																																																																																																																
NCh 1515 Of79	Determinación de la humedad	Humedad: 1s = 0,71 [%]	Humedad: 1s = 1,07 [%]	Experiencia de Operadores																																																																																																																																															

NCh 1532 Of.80	Densidad de partículas sólidas	S u el o	1s	d2 s	S u el o	1s	d2 s	ASTM D 854-10	El término reproducibi lidad está referido a ensayos multilabora torios. Resumen de resultados de ensayos triplicados por cada laboratorio El criterio de aceptación está dado para la gravedad específica
		C H 9	0. 00 9	0.0 3	C H 8	0. 02 8	0.0 8		
		C L 6	0. 00 6	0.0 2	C L 2	0. 02 2	0.0 6		
		M L 6	0. 00 6	0.0 2	M L 2	0. 02 2	0.0 6		
		S P 6	0. 00 6	0.0 2	S P 8	0. 00 8	0.0 2		
		Criterio para gravedad específica			Criterio para gravedad específica				
		Para la densidad, multiplicar el criterio por densidad del agua a t° de ensayo en las unidades requeridas.			Para la densidad, multiplicar el criterio por densidad del agua a t° de ensayo en las unidades requeridas.				

ASTM D 4253-00 (2006)	Densidad Máxima	1s = 0,6 [lb/ft3] d2s = 1,5 [lb/ft3]	1s = 1 [lb/ft3] d2s = 2,7 [lb/ft3]	ASTM D 4253-00 (2006)	El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios. Resumen de resultados de ensayos triplicados por cada laboratorio, suelo SP (arena pobremente graduada)
ASTM D 4254-00 (2006)e1	Densidad mínima	1s = 0,5 [lb/ft3] d2s = 1,4 [lb/ft3]	1s = 2,49 [lb/ft3] d2s = 6,9 [lb/ft3]	ASTM D 4254-00 (2006)e1	El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios. Resumen de resultados de ensayos

					triplicados por cada laboratorio, suelo SP (arena pobremente graduada)
NCh 1223 Of.1977	Determinación del material fino menor a 0.08 mm	Agregado grueso (1) 1s = 0,1 [%] d2s = 0,28 [%] Agregado fino (2) 1s = 0,15 [%] d2s = 0,43 [%]	Agregado grueso (1) 1s = 0,22 [%] d2s = 0,62 [%] Agregado fino (2) 1s = 0,29 [%] d2s = 0,82 [%]	ASTM C 117-04	(1) La estimación de la precisión está basada en agregados que tengan un tamaño máximo nominal de 19 mm con menos de un 1.5% de fino del tamiz de 75-μm (2) La estimación esta basada en agregados que tengan un 1 a 3% de fino del tamiz de 75-μm. El término reproducibilidad está referido a

					ensayos multilaboratorios.
ASTM D 2166-06	Compresión No confinada	Esfuerzo: 1s = 42 [kPa] d2s = 120 [kPa] Deformación: 1s = 0,32 [%] d2s = 0,6 [%]	Esfuerzo: 1s = 53 [kPa] d2s = 150 [kPa] Deformación: 1s = 0,35 [%] d2s = 1 [%]	ASTM D 2166-06	Datos de Resistencia a la compresión en la espuma de poliuretano rígida (densidad del orden de los 0,09 g/cm3). El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios.
ASTM D 3080-04	Corte directo	Corte máximo 5% de variabilidad respecto al promedio	Corte máximo 7% de variabilidad respecto al promedio	Experiencia de Operadores y EMS	
8.202.6 (MC-V8)	Cubicidad de partículas	Agregado grueso: 1s = 0,71 [%]	Agregado grueso 1s = 1,42 [%]	Experiencia de operadores	Este criterio aplica tanto para el porcentaje de chancado, porcentaje

					de rodado y el índice de lajas
NCh 1327 Of.77	Partículas desmenuzables	Agregado Fino 1s = 0,3%	Agregado Fino 1s = 0,6 [%] d2s = 1,7 [%]	Reprod.: ASTM C 142 -97 (2004) Repet.: Experiencia de operadores	El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios.
ASTM D 2850-03a (2007)	Compresión Triaxial	Esfuerzo (σ_1 - σ_3) 5% de variabilidad respecto al promedio Deformación 1s = 0,15 [%]	Esfuerzo (σ_1 - σ_3) 7% de variabilidad respecto al promedio Deformación 1s = 0,22 [%]	Experiencia de Operadores y EMS	
AASHTO T 233 - 02	Densidad en muestras no perturbadas (mediante bloques	Densidad seca: 2% de variabilidad respecto al promedio Densidad Húmeda: 2% de variabilidad respecto al promedio	Densidad seca: 3% de variabilidad respecto al promedio Densidad Húmeda: 3% de variabilidad respecto al promedio	Experiencia de Operadores y Especialista Mecánica de Suelos (EMS)	

		Humedad: 1s = 0,71 [%]	Humedad: 1s = 1,07 [%]		
ASTM D 2435 – 11	Consolidación unidimensional	Coeficiente de consolidación 5% de variabilidad respecto al promedio	Coeficiente de consolidación 7% de variabilidad respecto al promedio	Experiencia de Operadores y EMS	
(MC-V8)	Densidad de suelos con densímetro nuclear	Densidad	Densidad	ASTM D 6938 – 10 Otros suelos: Experiencia de Operadores	El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios CL: Arcilla de baja plasticidad SP: Arena pobremente graduada ML: Limo de baja plasticidad
		SU EL O	d2 1s, kg /m ³ s kg /m ³		
		CL	5,4 15,1		
		SP	4,3 11,8		
		M L	7,4 20,5		
		Otros suelos: 1s =14,15 [kg/m3]	Otros suelos: 1s = 21,22 [kg/m3]		

8.502.2 (MC-V8)	Humedad de suelos con densímetro nuclear	Humedad			ASTM D 6938 – 08 ^a Otros suelos: Experiencia de Operadores
		SU EL O	1s %,	d2s %,	
		CL	0, 38	0,9	
		SP	0, 45	1,2	
		M L	0, 32	0,9	
		Otros suelos: 1s = 0,71 [%]			
		Otros suelos: 1s = 1,07 [%]			
(*)	Infiltración en terreno, Método Porchet	Diferencia directa: 3%			(*) MINVU Técnicas alternativas para

		d e L a b ca m p o 2 , 4 % 6 , 6 % 7, 8 % 9, 5 % Cilindros 10x20 cm C o n d . D e 1 s % d2s % 2 c il 3 ci l 3. 2 % 9 . 0 % 1 0. 6 % Cubos: 1s = 3,6 [kgf/cm2]	Cubos: 1s = 7,1 [kgf/cm2]	Cubos.: Experienci a de Operadores	esfuerzos de compresión entre 15 a 55 MPa y para los cilindros de 100 x 200 mm esfuerzos entre 17 a 32 MPa. El término reproducibi lidad está referido a ensayos multilabora torios.
NCh 1038 Of.77	Tracción por flexión	Carga en límites tercio central: 1s% = 5.7 [%]	Carga en límites tercio central 1s% = 7 [%]	ASTM C 78-10 ASTM C 293/	El término reproducibi lidad está referido a ensayos multilabora

		d2s% = 16 [%] Carga en el centro: 1s% = 4,4 [%] d2s% = 12 [%]	d2s% = 19 [%] Carga en el centro: 1s% = 5,3 [%] d2s% = 15 [%]	C293M-10	torios.
NCh 1170 Of.77	Tracción por hendimiento	Cilindros 15x30 cm 1s% = 5 [%] d2s% = 14 [%]	Cilindros 15x30 cm 1s= 7,1 [kgf/cm2]	Repet.: ASTM C 496/C 496M-04 e1 Reprod.: Experiencia de Operadores	Para el coeficiente de variación se consideró una tracción media indirecta de 2.8 MPa Para el intervalo aceptable de dos resultados se consideró una tracción media indirecta de 2.8 MPa El término reproducibilidad está referido a ensayos

					multilaboratorios.
NCh 1019 Of2009	Docilidad-método de asentamiento del cono de abrams	Cono 3 [cm]: 1s= 0.6 [cm] d2s = 1.7 [cm] Cono 8.5 [cm]: 1s= 0.9 [cm] d2s = 2.5 [cm] Cono 16 [cm] 1s= 1 [cm] d2s = 2,8 [cm]	Cono 3 [cm]: 1s= 0.7 [cm] d2s = 2 [cm] Cono 8,5 [cm]: 1s= 1 [cm] d2s = 2,8 [cm] Cono 16 [cm] 1s= 1,3 [cm] d2s = 3,7 [cm]	ASTM C 143/C 143M-10	El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios.
NCh 1171/1 Of.2001	Extracción y ensayo de testigos	1s = 15,6 [kgf/cm2]	1s =17,7 [kgf/cm2]	Experiencia de Operadores	
NCh 1564 Of.2009	Densidad aparente	Densidad aparente 1s = 10,4 [kg/m3] d2s = 29,6 [kg/m3]	Densidad aparente 1s = 13,1 [kg/m3] d2s = 37 [kg/m3]	ASTM C 138/C 138 M – 10a	reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios.
NCh 165 Of.2009	Granulometría	Diferencia directa máxima:	Diferencia directa máxima:	Experiencia de Operadores	

		Finos: 1% Gruesos: 2%	Finos: 2% Gruesos: 3%		
8.202.6 (MC-V8)	Cubicidad de partículas	Agregado grueso: 1s = 0,71 [%]	Agregado grueso 1s = 1,42 [%]	Experienci a de operadores	Este criterio aplica tanto para el porcentaje de chancado, porcentaje de rodado y el índice de lajas
NCh 1116E Of.1977	Densidad aparente	Agregado Grueso 1s = 14 [kg/m3] d2s = 40 [kg/m3] Agregado Fino 1s = 14 [kg/m3] d2s = 44 [kg/m3]	Agregado Grueso 1s = 30 [kg/m3] d2s = 85 [kg/m3] Agregado Fino 1s = 40 [kg/m3] d2s = 125 [kg/m3]	ASTM C 29/C 29M- 07.	El término reproducibi lidad está referido a ensayos multilabora torios.
NCh 1117 Of.2010	Densidades real y neta y absorción de agua de las gravas	Densidad real seca: 1s = 9 [kg/m3] d2s = 25 [kg/m3] Densidad real SSS: 1s = 7 [kg/m3]	Densidad real seca: 1s = 13 [kg/m3] d2s = 38 [kg/m3] Densidad real SSS: 1s = 11 [kg/m3]	ASTM C 127-07 Respecto a la absorción: Experienci a de operadores	El término reproducibi lidad está referido a ensayos multilabora torios.

		d2s = 20 [kg/m3] Densidad Neta 1s = 7 [kg/m3] d2s = 20 [kg/m3] Absorción: 1s = 0,15 [%]	d2s = 32 [kg/m3] Densidad Neta 1s = 11 [kg/m3] d2s = 32 [kg/m3] Absorción 1s = 0,22 [%]		
NCh 1239 Of.1977	Densidades real y neta y absorción de agua de las arenas	Densidad real seca: 1s = 11 [kg/m3] d2s = 13 [kg/m3] Densidad real SSS: 1s = 9,5 [kg/m3] d2s = 27 [kg/m3] Densidad Neta 1s = 9,5 [kg/m3] d2s = 27 [kg/m3] Absorción 1s = 0,11[%] d2s = 0,31	Densidad real seca: 1s = 23 [kg/m3] d2s = 64 [kg/m3] Densidad real SSS: 1s = 20 [kg/m3] d2s = 56 [kg/m3] Densidad Neta 1s = 20 [kg/m3] d2s = 56 [kg/m3] Absorción 1s = 0,23 [%] d2s =	ASTM C 128-07a	El término reproducibi lidad está referido a ensayos multilabora torios

		[%]	0,66%]		
NCh 1223 Of.77	Determinación del material fino menor a 0.08 mm	Agregado grueso (1) 1s = 0,1 [%] d2s = 0,28 [%] Agregado fino (2) 1s = 0,15 [%] d2s = 0,43 [%]	Agregado grueso (1) 1s = 0,22 [%] d2s = 0,62 [%] Agregado fino (2) 1s = 0,29 [%] d2s = 0,82 [%]	ASTM C 117-04	(1) La estimación de la precisión está basada en agregados que tengan un tamaño máximo nominal de 19 mm con menos de un 1.5% de fino del tamiz de 75-µm (2) La estimación esta basada en agregados que tengan un 1 a 3% de fino del tamiz de 75-µm. El término reproducibilidad está referido a ensayos multilaboratorios.
NCh 1326 Of.77	Determinación de huecos	1s = 1,42 [%]	1s = 2,13 [%]	Experiencia de operadores	

NCh 1327 Of.77	Partículas desmenuza bles	Agregado Fino 1s = 0,3%	Agregado Fino 1s = 0,6 [%] d2s = 1,7 [%]	Reprod.: ASTM C 142-97 (2004) Repet.: Experienci a de operadores	El término reproducibi lidad está referido a ensayos multilabora torios.
NCh 1369 Of.78	Desgaste de las gravas, máquina de los Ángeles	1s% = 2 [%] d2s% = 5,7 [%]	1s% = 4,5 [%] d2s% = 12,7 [%]	ASTM C 131-06	Se determinó para un agregado grueso de tamaño máximo nominal de 19.0-mm con un porcentaje de pérdidas en el rango de 10 a 45% El término reproducibi lidad está referido a ensayos multilabora torios.
NCh 1511 Of.80	Coeficiente volumétric o medio de las gravas	Agregado grueso: 1s = 0,015 [-]	Agregado grueso: 1s = 0,022 [-]	Experienci a de operadores	
NCh 158 Of.67	Flexión y compresión morteros	Flexión: Carga en límites	Flexión: Carga en límites	Experienci a de operadores	

		tercio central: 1s% = 4,5 [%] Compresión: 1s = 3,2 [kgf/cm2]	tercio central 1s% = 6 [%] Compresión: 1s = 6,9 [kgf/cm2]		
NCh2257/3 .Of96	Consistencia Morteros. Método del cono reducido	1s= 7,1[mm]	1s= 9,2 [mm]	Experiencia de operadores	
NCh2261. Of96	Resistencias Mecánicas de Probetas de mortero confeccionadas en Obras	Ver NCh 158 para las probetas prismáticas y NCh 10137 para las cubicas.	Ver NCh 158 para las probetas prismáticas y NCh 10137 para las cubicas.	Experiencia de operadores	

Donde:

Denotación	1s	d2s	1s%	d2s%	Donde:
Se representa como	Desviación estándar	diferencia aceptable entre 2 resultados	Coeficiente de variación expresado en %	diferencia aceptable entre 2 resultados expresado en % de su promedio	x = cada valor medido $\bar{x}$ = promedio
Se calcula	$\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n-1)}}$	1s $2\sqrt{2}$	$\frac{1s}{\bar{x}} * 100\%$	1s% $2\sqrt{2}$	n = total de valores medidos

Nota: Los ensayos no considerados en este registro, es porque no aplica ni la reproducibilidad ni la repetibilidad, ya sea por tratarse de muestreos, por no existir

muestras gemelas o porque se realizan para modificar o condicionar la muestra antes de llevar a cabo ensayos definitivos

Última Modificación:	31 de Octubre de 2011	Elaborado por:	Pamela Figueroa Cares – Jefe de Calidad
-------------------------	--------------------------	----------------	---

ANEXO E: REGISTRO FORMATO EVALUACIÓN DE TRABAJO NO CONFORME REG-01 (REV. 3)

	REGISTRO EVALUACIÓN DE TRABAJO NO CONFORME	REG-01	
		Rev: 3	Fecha: 07/12/2010
		Página 1 de 1	

Detectado por:

☐ Cliente (Reclamo)

☐ Personal de LEMCO fuera de Auditoría Interna

☐ Auditoría: ☐ INN ☐ MINVU ☐ IRAM ☐ LEMCO

Trabajo No Conforme N°:

Fecha:

Descripción de la situación detectada:		
Evaluated por Jefe de Calidad	Procede	
	No Procede	
Implicancia:		
Responsable:		Firma o V°B°:
Corrección:		
Responsable de Corrección:		Fecha plazo para corrección:
Firma o V°B°:		Fecha real de corrección:
Responsable reanudación del Trabajo:		Fecha:
Aceptabilidad o anulación de Trabajos No Conformes:		
Amerita Notificación al Cliente: Si ☐ No ☐		
Si la respuesta es SI, indique el número de: LEM - ó Respuesta a Reclamo: /		
Amerita Acción Correctiva: Si ☐ No ☐		
Si la Respuesta es SI, indique el N° de Acción Correctiva:		
Observaciones:		

Jefe de Calidad

ANEXO F: REGISTRO FORMATO ACCIONES CORRECTIVAS, PREVENTIVAS Y DE MEJORA REG-02 (REV. 5)

	REGISTRO ACCIONES CORRECTIVAS, PREVENTIVAS Y DE MEJORA	REG – 02	
		Rev: 5	Fecha: 06/10/2010
		Página 1 de 1	

Solicitud N° _____

Clasificación:

☐ No Conformidad Potencial ☐ No Conformidad ☒ Oportunidad de Mejora

Fuente:

☐ Trabajo No Conforme ☐ Reclamos ☐ Modificación o Creación Dctos. ☐ Documentación
☐ Otros _____ ☐ Auditoría ☒ INN ☐ MINVU ☐ IRAM ☐ LEMCO

Detectado por / Cargo:		Auditado: --	
Encargado del Área:		Fecha de Detección:	
Descripción de la situación detectada:			
Evaluada por Jefe Calidad		☒ Procede ☐ No procede	
Si no procede indique el motivo:			
Requisito que se incumple:			
Análisis de las causas que la originan:			
Acciones a Implementar:			
Responsable: Natalie G/JC		Fecha plazo:	
V°B° o Firma		Fecha Efectiva:	
Correcciones a implementar:			
Responsable:		Fecha plazo:	
V°B° o Firma		Fecha Efectiva:	
Plazo Verificación:		Fecha Efectiva:	
Verificación (*):			
Cargo que verifica: Jefe de Calidad		Firma:	

(*) En caso de que la verificación de la eficacia de la acción propuesta no solucione en su totalidad la no conformidad detectada, no se puede dar por cerrada la acción, y se deja registro de la fecha del nuevo plazo establecido.