



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL**

ANALISIS DE LAS ACTIVIDADES INVOLUCRADAS EN EL PROCESO DE CONTROL DE HORMIGON FRESCO

MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENEIRO CIVIL

GINO ALEJANDRO FRANCHINI VERGARA

**PROFESOR GUIA
JUAN MANUEL HENRIQUEZ CARO**

**MIEMBROS DE LA COMISION
FEDERICO DELFIN ARIZTIA
DAVID CAMPUSANO BROWN**

**SANTIAGO DE CHILE
2014**

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TITULO DE: Ingeniero Civil,
POR: Gino Alejandro Franchini Vergara
FECHA: 04 de Diciembre 2014
PROFESOR GUIA: Juan Manuel Henríquez Caro

ANALISIS DE LAS ACTIVIDADES INVOLUCRADAS EN EL PROCESO DE CONTROL DE HORMIGON FRESCO.

El escenario actual del mercado, en cuanto a competitividad en cualquier área de trabajo, hace que las empresas estén constantemente evaluándose y proponiendo mejoras a las metodologías de trabajo utilizadas en pos de optimizar continuamente sus procesos, manteniendo estándares de servicio conforme a lo declarado.

Es considerando esta situación, y con el objetivo de aumentar la productividad, junto con asegurar el cumplimiento de su Política de Calidad, que en la División Hormigones Control del IDIEM se aborda el presente estudio tendiente al mejoramiento de las actividades involucradas en la toma de muestras de hormigón fresco, actividad primordial del servicio de control de resistencia del hormigón utilizado en obra. El trabajo comprende la identificación de procesos, volúmenes de trabajo, recursos humanos, equipos y materiales demandados en las distintas fases del muestreo, para posteriormente implementar y evaluar mejoras que redunden en mayor productividad y en aumentar la calidad de prestación del servicio.

Por una parte se apunta a aumentar la circulación de los moldes utilizados en la confección de las muestras, permitiendo una operación más eficiente. Para lograrlo, se implementa entre otras medidas la utilización de equipos destornilladores mecánicos que faciliten la operación y disminuyan los tiempos de armado y desmolde de probetas. Mediante la técnica del muestreo de trabajo se observan aumentos de rendimiento de un 11% aproximadamente, lo que representa incrementos en la capacidad de respuesta a la demanda y aumentos significativos en los ingresos percibidos por la División.

Por otro lado, considerando que la imagen de la División queda en gran parte definida por el manejo y la entrega del informe con resultados de los ensayos, se estima pertinente intervenir en lo relativo a la reducción del tiempo de liberación del documento. Para ello se implementa un programa de capacitaciones y revisiones continuas de las actividades realizadas por el personal administrativo, que buscan resolver las falencias típicas detectadas en la confección del documento. En este punto, si bien las mejoras introducidas al proceso significan una disminución aproximada de un 70% en la generación de informes con falencias, queda en evidencia que será necesario implementar modificaciones a nivel de validación y firma para disminuir sus tiempos de liberación y entrega al cliente.

A mis padres, hermana y sobrina...

Agradecimientos.

Primero que todo agradezco profundamente a mis padres quienes fueron el pilar fundamental que me sostuvo durante este largo periodo universitario. No tengo la menor duda que este paso no lo hubiese dado sin su apoyo y compañía incondicional.

Agradezco también a mi hermana Valeria y mi sobrina Martina, por quienes siento un amor inmenso y sin duda fueron una de las motivaciones más importantes en esta etapa que se cierra.

Finalmente agradezco a los profesores integrantes de la comisión que siempre tuvieron excelente disposición para aconsejarme y resolver las dudas que se presentaron. Agradezco también al personal del IDIEM que de una u otra forma aportaron a la realización de este trabajo.

Muchas Gracias!!

Tabla de Contenido

Capítulo 1	1
1. Introducción.....	1
1.1. Motivación.....	1
1.2. Objetivos del Trabajo.....	2
1.3. Metodología	2
1.4. Resultados Esperados.....	3
Capítulo 2.....	4
2. Marco Teórico y Antecedentes.....	4
2.1. Introducción.....	4
2.2. Implementación del Sistema de Gestión de Calidad en la División Hormigones Control.....	5
2.3. Antecedentes de Calidad.....	6
2.4. Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo.....	8
Capítulo 3.....	14
3. Estructura de la División Hormigones Control.....	14
3.1. Introducción.....	14
3.2. Áreas de actividad y Servicios Ofrecidos.....	16
3.3. Flujogramas de Trabajo.....	20
3.4. Cargos y Organización DHC.....	25
Capítulo 4.....	28
4. Actividades a Mejorar y Resultados.....	28
4.1. Actividades elegidas para la propuesta de mejoras.....	28
4.2. Volúmenes de Trabajo Sección Hormigones Muestreo.....	29
4.3. Distribución de Trabajo en la Región Metropolitana.....	34
4.4. Cuantificación de Muestras Anuladas.....	38
4.5. Cuantificación de errores en la emisión de Informes Electrónicos.....	39
Capítulo 5.....	43
5. Propuesta de Mejoras y Presentación de Resultados.....	43
5.1. Muestreo de Trabajo en Labores de Desmolde.....	43

5.2. Disminución de Errores en la Emisión de Informes.	55
Capítulo 6.....	59
6. Análisis de Resultados y Conclusiones.	59
6.1. Muestreo de Trabajo.....	59
6.2. Disminución de Errores en la Emisión de Informes Electrónicos.....	62
6.3. Comentarios y propuestas a la DHC.....	66
Capítulo 7.....	70
7. Bibliografía.....	70
ANEXOS	71
Documentos y Registro Oficiales.....	71

Índice de Tablas.

Tabla I: Actividades y principales instalaciones de los laboratorios.	19
Tabla II: Descripción de cargos SHM.	27
Tabla III: Resumen volúmenes de muestreo SHM en 2013.	29
Tabla IV: Volúmenes de hormigón despachado y muestras controladas.	30
Tabla V: Resumen de muestras solicitadas y tomadas mensualmente por la SHM en la Región Metropolitana durante 2013.	31
Tabla VI: Resumen de muestras solicitadas y tomadas mensualmente en el Zonal Sur durante 2013.	32
Tabla VII: Resumen de muestras solicitadas y tomadas en el Zonal Norte durante 2013.	33
Tabla VIII: Conteo de probetas de hormigón a Mayo 2014.	34
Tabla IX: Detalle distribución de personal en la Región Metropolitana.	34
Tabla X: Detalle distribución de muestreo en la Región Metropolitana durante el año 2013.	35
Tabla XI: Detalle de muestras tomadas diferenciadas por comuna durante el 2013.	36
Tabla XII: Resumen volúmenes de anulación en la Región Metropolitana.	39
Tabla XIII: Detalle de informes emitidos con errores en la Región Metropolitana.	42
Tabla XIV: Detalle de tareas y actividades de desmolde.	45
Tabla XV: Muestreo de Trabajo Preliminar Plaza Ercilla.	45
Tabla XVI: Resultados Muestreo de Trabajo Preliminar.	46
Tabla XVII: Promedio de Resultados del Muestreo.	46
Tabla XVIII: Detalle de tiempo destinado a cada actividad.	47
Tabla XIX: Detalle de los tiempos destinados a cada tarea.	48
Tabla XX: Promedio de tiempos activos.	48
Tabla XXI: Total de moldes producidos en Plaza Ercilla.	49
Tabla XXII: Detalle de los tiempos de cada actividad.	50
Tabla XXIII: Detalle de tiempos destinados a cada tarea.	50
Tabla XXIV: Total de moldes producidos en Cerrillos.	51
Tabla XXV: Total de moldes producidos en Cerrillos.	52
Tabla XXVI: Cuantificación de variables para el cálculo del Tiempo Estándar.	55
Tabla XXVII: Detalle de tiempos normal y estándar en cada laboratorio.	55
Tabla XXVIII: Capacitaciones 2013.	56
Tabla XXIX: Tiempo en minutos destinados por los laboratorios a cada actividad.	59
Tabla XXX: Proyección en aumento de producción.	60
Tabla XXXI: Distribución Mensual Promedio de Solicitud de Probetas.	61
Tabla XXXII: Restricciones Moldes Cilíndricos.	61
Tabla XXXIII: Restricciones Moldes Cúbicos.	61
Tabla XXXIV: Restricciones Moldes Prismáticos.	61
Tabla XXXV: Aumento del nivel de facturación.	61

Tabla XXXVI: Evolución porcentual de errores últimos 9 meses.....	62
Tabla XXXVII: Desviación estándar de los parámetros de comparación normalizados.	63
Tabla XXXVIII: Datos normalizados de Informes con error, tiempo de firma y cantidad de informes firmados.	64
Tabla XXXIX: Costo Directo por anulación de muestras.	66
Tabla XL: Detalle de Tiempos estimados por viaje en las labores de Retiro de Probetas de Obra.	67
Tabla XLI: Tiempos obligados de descarga y traslado.	67
Tabla XLII: Comparación de los tiempos de viaje con la actual distribución de laboratorios y la fusión de ambos.	67
Tabla XLIII: Reducción de Horas extra por zona.	68
Tabla XLIV: Detalle de ahorro en combustible en los vehículos destinados a operación de terreno.	68
Tabla XLV: Detalle de los resultados del muestreo de trabajo en Plaza Ercilla.	75
Tabla XLVI: Detalle de los resultados del muestreo de trabajo en el Laboratorio Cerrillos.	76

Índice de Figuras.

Figura 1: Resumen de etapas en el servicio de control de hormigón fresco.	2
Figura 2: Sumatoria de enfoques según Garvin dan como resultado la Calidad Total.	7
Figura 3: Formato de Informe Electrónico de resultados físicos y mecánicos involucrados en el control de hormigón fresco.	15
Figura 4: Esquema de ubicación de los laboratorios a nivel nacional.	16
Figura 5: Esquema de ubicación del Laboratorio Coquimbo en la Cuarta Región.	17
Figura 6: Imagen satelital del Laboratorio Coquimbo ubicado en el Barrio Industrial.	17
Figura 7: Esquema de ubicación del Laboratorio Plaza Ercilla y Laboratorio Cerrillos, Región Metropolitana.	18
Figura 8: Imagen satelital del Laboratorio Plaza Ercilla ubicado en la comuna de Santiago.	18
Figura 9: Fotografía satelital del Laboratorio Cerrillos ubicada en la comuna del mismo nombre.	19
Figura 10: Organigrama DHC. Imagen obtenida de la capacitación “Inducción de Calidad”.	25
Figura 11: Organigrama SHM. Imagen obtenida de la capacitación “Inducción de Calidad”.	26
Figura 12: Gráfico de muestras solicitadas y tomadas SHM durante el 2013.	30
Figura 13: Gráfico de resumen muestras solicitadas y tomadas en la SHM en la Región Metropolitana durante 2013.	31
Figura 14: Gráfico de muestras solicitadas y tomadas mensualmente en el Zonal Sur durante 2013.	32
Figura 15: Gráfico de muestras solicitadas y tomadas por la SHM en el Zonal Norte durante 2013.	33
Figura 16: Gráfico distribución de muestras tomadas en la Región Metropolitana durante 2013.	35
Figura 17: Gráfico de las comunas con mayor número de muestras tomadas en el 2013.	38
Figura 18: Gráfico de cuantificación mensual de muestras anuladas.	39
Figura 19: Parte final de las actividades involucradas en el control de hormigón fresco.	40
Figura 20: Gráfico con los tipos de errores definidos en la emisión de Informes Electrónicos Agosto y Septiembre 2013.	41
Figura 21: Situación inicial en la cuantificación de errores en la emisión de Informes Electrónicos.	41
Figura 22: Etapa de transición entre las tareas de la UHT y UHL en el laboratorio Plaza Ercilla.	44
Figura 23: Etapa de transición entre las tareas de la UHT y UHL en el Laboratorio Cerrillos.	44

Figura 24: Gráfico de los tiempos destinado a cada actividad.	47
Figura 25: Gráfico de los tiempos destinados a cada tarea.	48
Figura 26: Gráfico del promedio de tiempos activos en Plaza Ercilla.	49
Figura 27: Gráfico de los tiempos destinados a cada actividad.	50
Figura 28: Gráfico de los tiempos destinados a cada actividad.	51
Figura 29: Gráfico promedio de tiempos activos en Cerrillos.	52
Figura 30: Comparación de los tiempos destinados a cada actividad en Cerrillos y Plaza Ercilla.	53
Figura 31: Comparación de los tiempos destinados a cada Tarea en Plaza Ercilla y Cerrillos.	53
Figura 32: Comparación de los tiempos de actividad en Plaza Ercilla y Cerrillos.	54
Figura 33: Evolución de la cantidad de errores en la emisión de Informes Electrónicos.	58
Figura 34: Evolución de la cantidad de errores en la emison de informes.	58
Figura 35: Comparación errores detectados en informes y tiempos de firma.	63
Figura 36: Comparación informes generados y tiempos de firma.	63
Figura 37: Influencia de la cantidad de errores en la emisión de Informes Electrónicos en los tiempos de firma.	64
Figura 38: Porcentaje de errores según funcionario.	65
Figura 39: Formato "Lista de Ensayo Cubos", documento que registra los ensayos mecánicos de las probetas cubicas en el laboratorio y que son ingresados al sistema por la OGA.	71
Figura 40: Formato "Lista de Ensayo Prismáticas", documento que registra los ensayos mecánicos de las probetas prismáticas en el laboratorio y que son ingresados al sistema por la OGA.	71
Figura 41: Formato "Lista de Ensayo Cilíndricas", documento que registra los ensayos mecánicos de las probetas cilíndricas en el laboratorio y que son ingresados al sistema por la OGA.	72
Figura 42: Formato "Lista de Ensayo Rilem", documento que registra los ensayos mecánicos de las probetas Rilem en el laboratorio y que son ingresados al sistema por la OGA.	72
Figura 43: La "Boleta de muestreo" es el documento que tiene asociada cada muestra tomada y cuyos campos son completados por el muestreador.	73
Figura 44: La "Hoja de Retiro" de muestras, corresponde al registro diario de las muestras retiradas.	74

Capítulo 1

1.Introducción.

1.1. Motivación.

En la actualidad la División Hormigones Control del IDIEM de la Universidad de Chile tiene a su cargo el 80% del control del hormigón utilizado en obra por las distintas empresas hormigoneras y constructoras que realizan trabajos en la Región Metropolitana. El creciente aumento de la competencia debido a la incorporación de nuevos laboratorios que ofrecen control de hormigón, el nivel de exigencia en la prestación del servicio requerido por los clientes y el cumplimiento de la Política de Calidad del centro de estudios, motiva a que la División este innovando y realizando constantes revisiones que le permitan optimizar sus recursos y metodologías de trabajo, aumentando el nivel de respuesta a la demanda existente y manteniendo su liderazgo en el rubro.

Es considerando esta situación, y con el objetivo de aumentar el número de muestras de hormigón controladas, además de corregir algunas falencias en la entrega del servicio prestado, con su directa implicancia en los costos de operación, que la División busca implementar nuevas y mejores prácticas en la gestión del proceso de control de hormigón fresco.

El trabajo apunta a rediseñar la metodología de trabajo en la operación de desmolde y emisión de informes electrónicos para mejorar la calidad del servicio entregado y aumentar los ingresos a través de una mayor productividad. Para ello, se estudia y cuantifica el actual volumen de trabajo de muestreo, su distribución en la Región Metropolitana y ciertas falencias detectadas en la operación de terreno y oficina.

De acuerdo a los antecedentes recopilados se presentan propuestas de mejoras ya sea desde el punto de vista de definir nuevas metodologías de trabajo, inyección de recursos o utilización de nuevas herramientas tecnológicas.

En la figura 1 se presenta un resumen del proceso general del servicio de control de hormigón fresco.

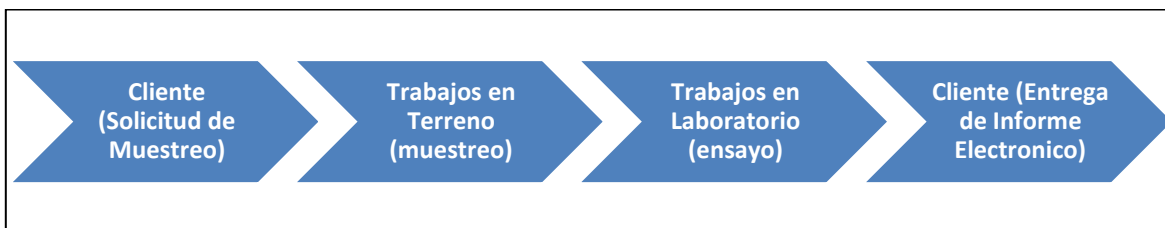


Figura 1: Resumen de etapas en el servicio de control de hormigón fresco.

El estudio busca aumentar la productividad y mejorar la calidad del servicio de control de hormigón fresco que provee la División Hormigones Control del IDIEM a los distintos clientes ya sean pre mezcladoras de hormigón o empresas constructoras.

1.2. Objetivos del Trabajo.

1.2.1. Objetivos Generales.

- Proponer medidas para aumentar la productividad en las áreas de desmolde de probetas y emisión de Informes Electrónicos de la División.
- Proponer medidas para aumentar ingresos.
- Realizar recomendaciones para mejorar la calidad del servicio prestado.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Optimizar recursos y metodologías de trabajo, buscando aumentar la capacidad de oferta actual de la División.
- Diseñar, implementar y estandarizar nuevas soluciones y metodologías de trabajo, o mejorar las actuales.
- Introducir mejores prácticas y disminuir las deficiencias involucradas en la operación.
- Estandarizar procesos y procedimientos en las distintas unidades de la División.

1.3. Metodología

Se describe y cuantifica la situación actual en las diferentes etapas que intervienen en la operación de desmolde y emisión de Informes Electrónicos de la División Hormigones

Control, identificando recursos, demanda actual por la prestación de servicio, oferta entregada, aspectos normativos incidentes en la eficiencia del proceso de muestreo de hormigón, distribución espacial de trabajo en la Región Metropolitana y calidad en la entrega de los Informes Electrónicos finales al cliente.

Se selecciona la operación de desmolde y emisión de informes electrónicos pues se estima son los adecuados para implementar mejoras y optimizaciones buscando cumplir con los objetivos generales y específicos expuestos en el punto 1.2 de este documento.

Se recopilan los resultados obtenidos y se realiza un análisis comparativo de la nueva situación.

1.4. Resultados Esperados.

Se busca realizar una estimación del aumento en la productividad con las mejoras implementadas en las actividades seleccionadas.

Finalmente, y dependiendo de los resultados, se estandarizan o desechan las actividades y metodologías de trabajo y control propuestos en cada una de las unidades seleccionadas de la División.

Capítulo 2

2. Marco Teórico y Antecedentes.

2.1. Introducción.

El IDIEM es una institución perteneciente a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Fue fundado en 1898 como Taller de Resistencia de Materiales, dependiente de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, teniendo como objetivo principal ensayar y verificar la calidad de los materiales a emplearse en la construcción de obras públicas, constituyéndose de esta manera como el primer Laboratorio de Control Técnico de Materiales de construcción que existió en el país.

En 1946, por decreto de Rectoría de la Universidad de Chile N° 61 del 22 de enero, el taller cambia su nombre y pasa a llamarse Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales (IDIEM), manteniendo esta condición hasta el 10 de enero de 2005, fecha a partir de la cual, y según el Decreto Exento N° 001338 de la Rectoría de la Universidad de Chile, se reorganiza pasando a constituirse como Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales, pudiendo indistintamente utilizar la denominación IDIEM. Actualmente el IDIEM se encuentra inscrito en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de Construcción, de acuerdo al Decreto Supremo N° 10 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo de 2002, además de contar con múltiples acreditaciones ante el Instituto Nacional de Normalización (INN).

En la actualidad la institución cuenta con 8 divisiones encargadas de realizar diversos trabajos en el rubro de la investigación de patologías y fallas en distintos materiales de construcción, control de calidad, ensayos, inspecciones técnicas y certificaciones orientadas a sectores de actividad minera y de la construcción.

2.2. Implementación del Sistema de Gestión de Calidad en la División Hormigones Control

2.2.1. Calidad en la División Hormigones Control del IDIEM

La División Hormigones Control, que es una de las 8 Divisiones que forman parte del IDIEM, actualmente se encuentra inscrita en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de Construcción, de acuerdo al Decreto Supremo N° 10 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo del año 2002. Los laboratorios pertenecientes a este registro son los únicos facultados para realizar el control de calidad de materiales y elementos industriales, proceso que es obligatorio para cualquier mandante que desarrolle trabajos constructivos en Chile según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

Uno de los requisitos fundamentales para incorporarse al Registro Oficial de Laboratorios, es el Certificado de Acreditación entregado por el INN con la totalidad de ensayos mínimos del área, especialidad y subespecialidad que se postula. Este certificado se otorga a aquellos laboratorios que cumplen con la norma chilena NCh-ISO17025.Of2005 "*Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*", y las disposiciones ahí contenidas se aplican a todas y cada una de las actividades relacionadas con los ensayos, así como al personal interno y externo que realiza las actividades correspondientes a estos servicios, de acuerdo con los procedimientos e instrucciones establecidas para tales efectos. Lo anterior se realiza teniendo como hilo conductor el cumplimiento de la Política de Calidad fijada por IDIEM.

2.2.2. Antecedentes NCh-ISO17025.Of2005.

Esta norma, obligatoria para cualquier laboratorio acreditado, establece las directrices y procedimientos para obtener resultados confiables en todo el proceso involucrado en la prestación de cualquier servicio de ensayo y calibración, en particular, en el servicio de control de hormigón fresco. Entre varios puntos la norma establece que los laboratorios deben estar dispuestos a cooperar con los clientes, o sus representantes legales, para realizar el seguimiento del desempeño del laboratorio en relación con el trabajo realizado, procurando mejorar continuamente la eficacia de sus operaciones mediante la implementación del Sistema de Gestión de Calidad de acuerdo a metas e indicadores cuantificables que permitan evidenciar el mejoramiento de cada ciclo de trabajo definido, quedando en manos de cada División realizar y registrar el monitoreo de los indicadores y el grado de cumplimiento. Esta última condición corresponde a una de las motivaciones de este trabajo.

2.3. Antecedentes de Calidad.

La fuerte competencia en todo tipo de rubros, junto a las altas exigencias solicitadas por los clientes obligan, de buena forma, a realizar constantemente mejoras en la calidad del producto o servicio entregado. Es por este motivo que en la actualidad las empresas, y en particular IDIEM, están implementando departamentos, unidades o divisiones dedicados exclusivamente a preocuparse por gestionar la calidad en el producto o servicio entregado. Lo anterior considerando los buenos resultados que han obtenido organizaciones pioneras en implementar estos sistemas de gestión de la calidad, además de, en el caso de la División Hormigones Control, mantenerse en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de Construcción.

El proceso hacia la calidad total no es simplemente un conjunto de herramientas o técnicas sino que debe ser considerado como una filosofía de gestión estratégica organizacional, basada en el compromiso total de los recursos humanos desde jefaturas hacia abajo, buscando un mejoramiento continuo de los procesos a realizar, entendiendo que esta constante mejora implica una optimización de tiempos y recursos que a todos beneficia.

2.3.1. Calidad y Calidad Total.

Es necesario considerar lo intangible y subjetivo del concepto “calidad”, lo cual implica un mayor grado de dificultad al pretender que este sea total. El profesor de la Escuela de Negocios de Harvard David A. Garvín propone cinco enfoques de calidad:

- Enfoque Trascendente: Considera que la calidad no se puede definir de una manera precisa y solo se puede recoger a través de la experiencia.
- Enfoque Basado en el producto: Este punto hace hincapié en las prestaciones de los servicios o productos. En este enfoque la calidad es considerada como algo inherente del producto y no como algo que se pueda añadir.
- Enfoque basado en el usuario: Desde esta perspectiva la calidad es un concepto completamente subjetivo ya que debe cumplir, adecuarse y satisfacer las diferentes necesidades de los clientes.
- Enfoque basado en la fabricación: En este caso la calidad se centra fundamentalmente en la fabricación del producto o servicio y, en general, en los aspectos internos de la empresa. La calidad en este enfoque busca eliminar las desviaciones y dispersiones en el diseño del producto.
- Enfoque basado en el valor: Este último enfoque lo que hace es relacionar la calidad con el precio. Es así como el mayor valor está representado por la mejor combinación de calidad y precio.

Lo anterior podría resumirse de la siguiente manera, “*cada vez que se quiere satisfacer una necesidad, estas deben ser identificadas mediante una investigación de mercado (enfoque basado en el usuario); posteriormente se deben trasladar a especificaciones del producto o servicio (enfoque basado en el producto), siendo la fabricación quien controle que este se elabore siguiendo el plan previamente establecido (enfoque basado en la fabricación) a un precio que el producto o servicio tiene para el cliente (enfoque basado en el valor); pero siempre habrá que considerar que la calidad es algo que se aprecia subjetivamente (enfoque trascendente)*”.

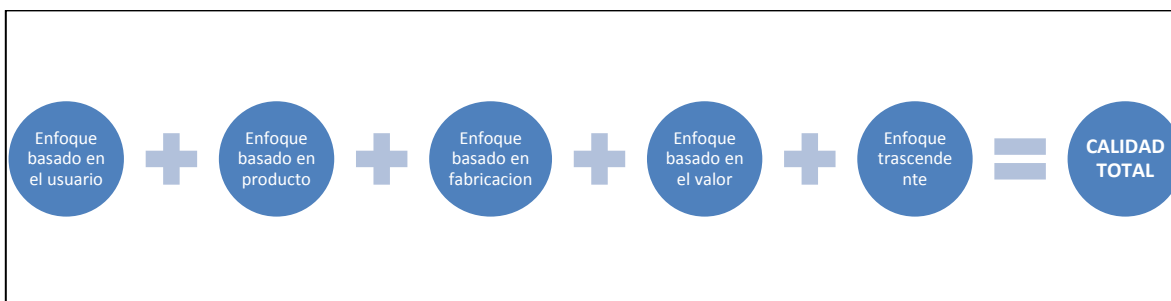


Figura 2: Sumatoria de enfoques según Garvin dan como resultado la Calidad Total.

A modo de resumen, se puede afirmar que la calidad consiste en cumplir con una serie de requisitos, subjetivos y objetivos, explícitos e implícitos, que serán marcados o estipulados por el cliente en función del uso que realizará del producto o servicio. Mestanza (1998) la define como:

“el juicio global del cliente acerca de un estilo de prestación de servicio o características de un producto”.

De acuerdo a esta definición se desprende que, para que la calidad sea total, todos los departamentos, unidades y áreas de la organización deben estar conectados con este concepto que engloba cinco aspectos.

- Abarca todas las actividades de la organización.
- Comprende a todos y cada uno de los funcionarios de la organización.
- Considera al cliente interno como proveedor y cliente al mismo tiempo.
- Impone la calidad de Prevención.
- Implica participación activa y compromiso de todos los funcionarios de la organización.

2.3.2. Costos de la Calidad.

Según el Comité de Costos para la Calidad (ASQC, 1986) es posible distinguir cuatro categorías de costos.

- a. Costos por fallos internos: Son los asociados con defectos, y que son detectados u ocurren antes de que el producto o servicio sea entregado al cliente.
- b. Costos por fallos externos: Son los que se detectan después de enviar el producto o servicio al cliente. Está asociado a costos de garantías, conciliación de quejas o material regresado.
- c. Costos de Evaluación: Son aquellos en los que se incurre al determinar el grado de conformidad con los requerimientos de calidad estipulados por procedimientos internos u normativas asociadas al tema, está relacionado con la inspección al recibir, entregar o efectuar el producto o servicio.
- d. Costos Preventivos: Son los que se generan al mantener los costos de fallas al mínimo, están relacionados con el control de procesos, auditorías de calidad, entrenamiento, capacitaciones y evaluaciones.

2.3.3. Beneficios de la Calidad.

Según diversos estudios realizados en Europa durante la última década (Euro barómetro en general a petición de la Comisión Europea de Calidad) el efecto positivo promedio de la implementación de estrategias en gestión de calidad, se estima en alrededor de un 6% en cifra de ventas.

a. Beneficios Internos:

- Beneficios Económicos: Reparación de errores, disminución del trabajo extra y material de desecho, aumento de volumen y calidad de la productividad.
- Beneficios de la fuerza de empleados: Satisfacción de los empleados y espíritu de equipo, aumenta el compromiso con las labores realizadas.

b. Beneficios Externos:

- Beneficios Económicos: Aumento en las ventas a clientes, reducción de gastos en publicidad.
- Beneficios Estratégicos: Diferenciación, atracción de buen capital humano, vulnerabilidad a una guerra de precios.

2.4. **Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo.**

2.4.1. Diseño de Trabajo.

El diseño de métodos de trabajo es la técnica que tiene por objetivo aumentar la productividad del trabajo mediante la eliminación de todos los desperdicios de materiales, tiempo y esfuerzo; además, procura hacer más fácil y productiva cada tarea

y aumenta la calidad de los productos poniéndolos al alcance del mayor número de consumidores.

Por definición se establece que el objetivo del diseño de trabajo es aumentar la productividad con los mismos o menores recursos si entendemos al trabajo como la actividad que integra los recursos materiales, mano de obra y maquinaria, con el fin de producir bienes y servicios.

Los costos se establecen o se estiman cuando los recursos invertidos se utilizan a un nivel determinado de productividad; entonces los costos disminuyen cuando la productividad crece.

2.4.2. Productividad.

Existe mucha discusión en torno a la productividad, razón por la cual, la idea que representa es difícil de fijar cuando se trata de definirla o encontrar procedimientos específicos para medirla numéricamente.

El principal objetivo para estudiar la productividad en una organización, es encontrar las causas que la deterioran y, una vez conocidas, encontrar las bases para incrementarla.

Productividad: Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. En particular, el objetivo de este trabajo es la producción de más muestras de hormigón y disminuir los tiempos de entrega del informe de resultados asociado a cada muestra, a través del uso eficiente de hombres, moldes, herramientas y metodologías de trabajo.

Se ha mencionado la necesidad de “incrementar la productividad” por lo que se hace necesario establecer como aumentar los índices que la miden.

- Aumentar el producto y mantener el nivel de recurso.
- Reducir el recurso y mantener el mismo producto.
- Aumentar el producto y reducir el recurso simultáneamente.

Debido a lo anterior la productividad puede medirse básicamente con las siguientes expresiones.

$$1^{\circ} = \frac{\textit{Produccion}}{\textit{Insumos}} \qquad \text{Formula I}$$

$$2^{\circ} = \frac{\textit{Resultados Esperados}}{\textit{Recursos Empleados}} \qquad \text{Formula II}$$

2.4.3. Factores que Restringen la Productividad.

Un incremento en la productividad de un proceso o servicio no ocurre por sí solo, sino que son los gestores y profesionales involucrados quienes lo logran mediante la fijación de metas y la remoción de obstáculos que se oponen al cumplimiento de estas, además de la gestión eficaz de todos los recursos a su alcance para mejorarla, pues son varios los factores que actúan en contra de ella, en ocasiones generados por la misma organización o por el personal. A continuación se presentan los factores restrictivos más comunes.

- Incapacidad de los profesionales que ejecutan la gestión de fijar el ambiente y crear el clima apropiado para el mejoramiento de la productividad. Toda la plana ejecutiva es responsable de desarrollar y mantener un ambiente laboral favorable para el cumplimiento de las metas organizacionales.
- Problemas asociados a la reglamentación vigente. La reglamentación que rige en materia laboral ha tenido cada vez mayor cantidad de externalidades negativas en la productividad, ya que generalmente restringe y regula las actividades de las organizaciones.
- Incapacidad para medir y evaluar la productividad de la fuerza de trabajo. Muchas organizaciones desconocen los procedimientos para evaluar y medir la productividad del trabajo, lo que genera inconformidad entre los empleados.
- Los recursos físicos, metodologías de trabajo y factores tecnológicos que pueden, ya sea en forma individual o combinada, restringir la productividad.

2.4.4. Método del Muestreo de Trabajo.

El muestreo de trabajo es una de las técnicas utilizadas en el Diseño de Métodos de Trabajo. Fue desarrollada por el estadístico L.H.C Tippetten en 1934, usada para investigar las proporciones del tiempo total dedicadas a las diversas actividades que constituyen una tarea o una situación de trabajo. Los resultados del muestreo del trabajo son efectivos para determinar:

- La utilización de herramientas, máquinas y personal.
- Los suplementos aplicables a la tarea.
- Los estándares de producción.

Aunque se puede obtener la misma información con los procedimientos estándar del Estudio de Tiempos, el muestreo de trabajo con frecuencia lo proporciona de forma más rápida y a mucho menor costo.

Al llevar a cabo estudios de muestreo del trabajo, los analistas generalmente toman un número grande de muestras para la comparación de observaciones en intervalos aleatorios del proceso en estudio. La razón de las observaciones de una actividad dada

entre el total de observaciones registradas, se aproxima al porcentaje de tiempo que el proceso está en estado de actividad.

El método de muestreo de trabajo tiene varias ventajas en comparación con el procedimiento estándar de Estudio de Tiempos:

- No requiere la observación continua de analista durante largos períodos.
- Los tiempos de trabajo de oficina disminuyen.
- El total de horas- trabajo dedicado por el analista, en general, son menores.
- El operario no está sujeto a largos periodos de observación.

Un solo analista puede estudiar con facilidad las operaciones por grupos de trabajo.

2.4.5. Teoría detrás del Muestreo de Trabajo.

La teoría del muestreo de trabajo se basa en las leyes fundamentales de la Teoría de Probabilidades. Según esta teoría se ha deducido la siguiente expresión que determina la probabilidad de ocurrencias de un evento “X” de “n” observaciones.

$$(p + q)^n = 1$$

Formula III

Dónde:

p : Probabilidad de ocurrencia de un evento o suceso.

q : Probabilidad de que no haya ocurrencia del evento o suceso.

n : Número de observaciones

La expresión anterior se desarrolla matemáticamente según el Binomio de Newton y la distribución de esta probabilidad se conoce como Distribución Binomial. A medida que el valor de n crece, la distribución binomial tiende a una Distribución Normal que corresponde a una muy buena aproximación para el estudio que se desea realizar, y es esta distribución la que se utiliza en este informe.

2.4.6. Fases del Muestreo de Trabajo.

Para poner en marcha un muestreo de trabajo se deben realizar las siguientes actividades:

- Seleccionar etapa del proceso que se quiere evaluar.

- Tomar una muestra preliminar para determinar el valor estimado del parámetro “p”.

$$p = \frac{\text{número de observaciones trabajando}}{\text{número total de observaciones}} \quad \text{Formula IV}$$

- Calcular el número requerido de observaciones en función de p, además de los niveles de confianza y exactitud, según la siguiente expresión.

$$n = \frac{Z^2 p(1-p)}{E^2} \quad \text{Formula V}$$

Donde

Z: Desviación normal estándar de la variable en estudio, para un nivel de confianza dado.

p: Proporción estimada del tiempo de las actividades (se puede usar experiencias pasadas o por defecto $p = 0.5$)

E: Exactitud deseada o máximo error aceptado expresado en índices porcentaje.

- Realizar observaciones del trabajo, usando tablas de números aleatorios.
- Observar, calificar y registrar las actividades del trabajador.
- Registrar el número de unidades producidas o servicios efectuados durante el periodo de estudio
- Determinar el Tiempo Normal TN , que corresponde al tiempo requerido por el operario para realizar la operación cuando trabaja con velocidad normal, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables. Matemáticamente el Tiempo Normal TN se define según la formula VI

$$TN = \frac{\text{tiempo total de estudio} * \text{porcentaje de tiempo de actividad} * \text{índice desempeño}}{\text{número de unidades o servicios producidos}} \quad \text{Formula VI}$$

- Se determinara también el Tiempo Estándar TS , que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando el método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga. En este caso, a diferencia del tiempo normal se consideran “eventualidades promedio” que pudiesen retrasar al operador. Las formulas VII y VIII muestran la expresión para el tiempo estándar y el factor de concesión.

$$TS = TN * FC$$

Formula VII

Con “Factor de concesión” FC que considera las “eventualidades promedio” que pudiese tener un trabajador, está relacionado directamente con la cantidad de minutos considerado para estas eventualidades o “ tep ” (tiempo de eventualidades promedio)

$$FC = \frac{1}{1 - \frac{tep}{jornada\ total}}$$

Formula VIII

2.4.7. Ventajas y Desventajas del Muestreo de Trabajo.

a. Ventajas.

- Un analista puede observar al mismo tiempo a varios trabajadores y/o máquinas, lo que implica menores costos.
- Los analistas no necesitan instrumentos de medición.
- Es posible estudiar un largo tiempo de ciclo con unas cuantas horas de observación.
- No interfiere mayormente en las actividades de los operarios.
- Al realizar observaciones puntuales y en tiempo real durante un largo periodo, el trabajador casi no tiene posibilidad de influir en los resultados de la observación.
- Por la facilidad de su aplicación esta técnica es muy útil en el sector de servicios.

b. Desventajas.


- El muestreo de trabajo no proporciona en detalle los elementos de la tarea.
- En muchos casos no queda registro del método seguido por el operario.
- Si el analista no sigue las rutas aleatorias establecidas para la observación y los momentos aleatorios para observar el muestreo resulta sesgado.
- Se necesita mucho tiempo para desplazarse entre los distintos puestos de trabajo cumpliendo la aleatoriedad.

Capítulo 3

3. Estructura de la División Hormigones Control.


3.1. Introducción.

La División Hormigones Control, de aquí en adelante DHC, es una de las 8 divisiones del IDIEM y está a cargo de llevar a cabo el proceso de muestreo, ensayo y control de hormigón fresco en cualquier proyecto de construcción, proceso que va desde que el cliente solicita el servicio de muestreo de acuerdo a lo señalado por la NCh170.Of1985 y la NCh1998.Of.1989, hasta la entrega de un informe electrónico con el detalle de las magnitudes físicas y mecánicas involucradas en el proceso. Temperatura, docilidad, densidad aparente, contenido de aire y resistencia mecánica ya sea compresión o tracción por flexión son mostradas en el documento final.



PROVISORIO

INFORME ELECTRÓNICO



INSTITUTO NACIONAL DE Acreditación
INAC
Acreditación LE 305

INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° 821.821-0 <small>Inscripción MRRU Reg. SII, N° 8864 del 09 de Septiembre de 2013.</small>		FECHA EMISIÓN: 08-Abr-2014						
ANTECEDENTES GENERALES								
OBRA :		CÓDIGO OBRA :						
UBICACIÓN :								
CONTRATISTA :								
SOLICITANTE :								
DIRECCIÓN :								
DESTINATARIO :		CORR. DE OBRA : 1						
ANTECEDENTES DEL HORMIGÓN / MORTERO								
CONFECCIONADO POR :		CAMIÓN :						
GRADOTIPO :		GUÍA N° :						
ADITIVOS COLOCADOS EN OBRA :		PLANTA :						
COMPACTACIÓN EN OBRA :								
COLOCADO EN :								
ANTECEDENTES DE LA MUESTRA								
MUESTREO EFECTUADO POR :		T° AMBIENTE :						
N° DE BOLETA DE MUESTREO :		T° MUESTRA :						
FORMA DE MUESTREO :		HORA :						
ASENTAMIENTO(cm) :		PLANT. OBRA :						
PROBETA EMPLEADA :								
COMPACTACIÓN DE PROBETAS :								
CURADO DE PROBETAS EN OBRA :								
FECHA RECEP. PROBETAS EN LAB. :								
CURADO PROBETAS EN LAB. :								
METODOLOGÍA								
<small> NC1171-05010 Hormigón - Refretado de probetas. NC1171-107675 Hormigón - Extracción de muestra de hormigón / A excepción de la circular 6.1.2 b, la muestra se extrae en una posición para camión mixer. NC1211-107675 Hormigón - Condición y curado en obra de unidades para ensayos de compresión y tracción. NC1214-07-2009 - Hormigón - Determinación de la densidad - Método del asentamiento del cono de Abrams. NC1221-2009 Hormigón - Ensayo de compresión de probetas cilíndricas. ASTM C1363-10 (2012) - 11 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens </small>								
OBSERVACIONES								
-								
<small> Nota: La ubicación de hormigón colocado es informada por el encargado de la obra. Nota: 2 Probetas ensayadas en laboratorio IDIEM de. </small>								
Resultados de Resistencias a Compresión								
Número	Fecha Ensayo	Edad (días)	Condición Humedad	Sección Ensayo (cm ²)	Carga Máx (kgf)	Densidad (kg/cm ³)	Cilíndrica 15 cm (kg/cm ²)	Cúbica 30 cm (kg/cm ²)
1	30 Nov 1999	7	-	-	-	-	-	-
2	30 Nov 1999	28	-	-	-	-	-	-
3	30 Nov 1999	28	-	-	-	-	-	-
Densidad aparente del hormigón fresco (kg/m ³) :								
Contenido de aire del hormigón (%) :								

Figura 3: Formato de Informe Electrónico de resultados físicos y mecánicos involucrados en el control de hormigón fresco.

La DHC en la actualidad realiza trabajos desde la IV región de Coquimbo a la VII región del Maule con un promedio aproximado de más de 3.500 muestras mensuales tomadas correspondiente a la producción de hormigoneras, además de los llamados “clientes particulares” que corresponden a servicios entregados directamente a las constructoras.

3.2. Áreas de actividad y Servicios Ofrecidos.

Actualmente la DHC opera a través de la “Sección Hormigones Muestreo” (de aquí en adelante SHM) para trabajos realizados en la Región Metropolitana. Los servicios ofrecidos por parte de la SHM están relacionados con el muestreo y ensayo de hormigón fresco.

La División cuenta con sede de trabajo en las ciudades de Santiago, Coquimbo y Viña del Mar, con un total de tres laboratorios de ensayo para satisfacer la demanda. Uno de ellos ubicado en la IV Región y dos en la Región Metropolitana, específicamente en las comunas de Santiago Centro (*Laboratorio Plaza Ercilla*) y Cerrillos (*Laboratorio Cerrillos*). Las figuras 4 a la 9 presentan la ubicación geográfica de cada uno de ellos y su emplazamiento dentro de las ciudades correspondientes.

3.2.1. Ubicación Geográfica de Laboratorios

Las siguientes imágenes muestran la ubicación de los laboratorios en el territorio nacional.

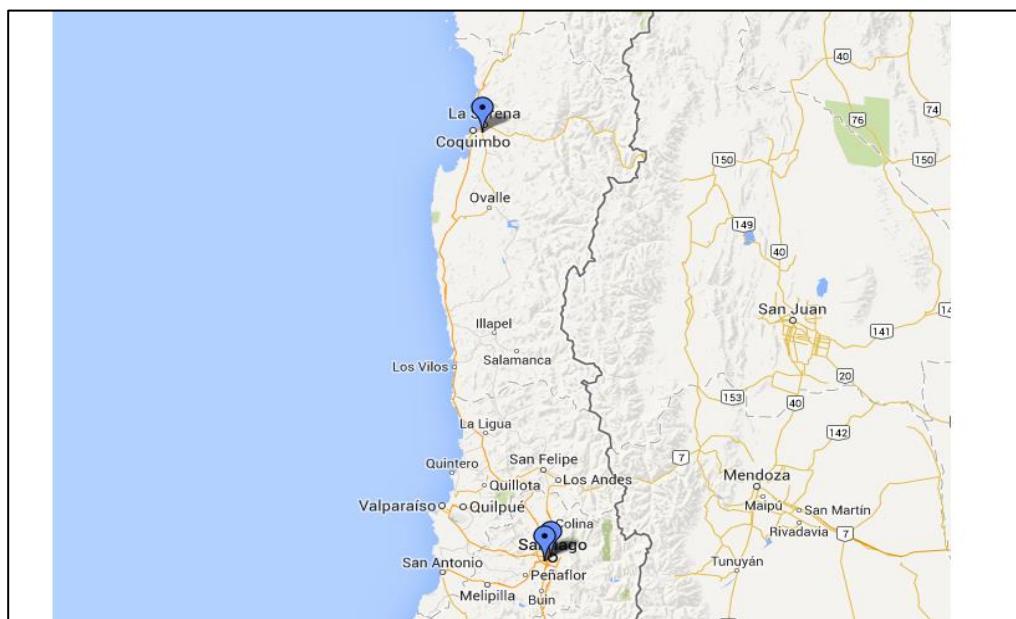


Figura 4: Esquema de ubicación de los laboratorios a nivel nacional.

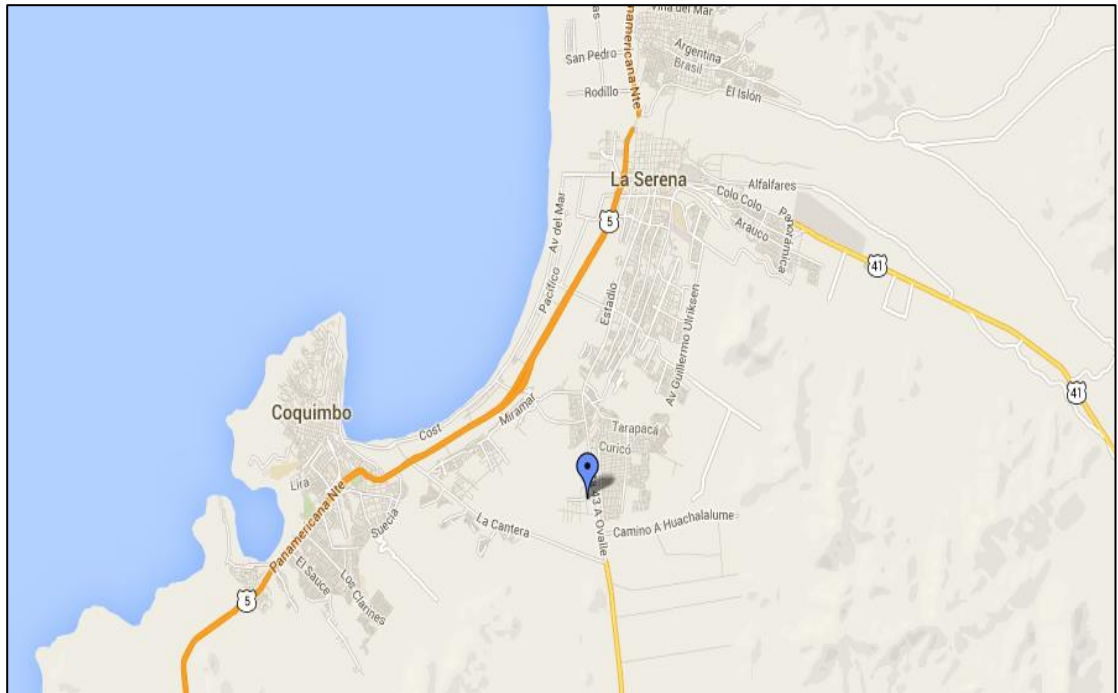


Figura 5: Esquema de ubicación del Laboratorio Coquimbo en la Cuarta Región.



Figura 6: Imagen satelital del Laboratorio Coquimbo ubicado en el Barrio Industrial.

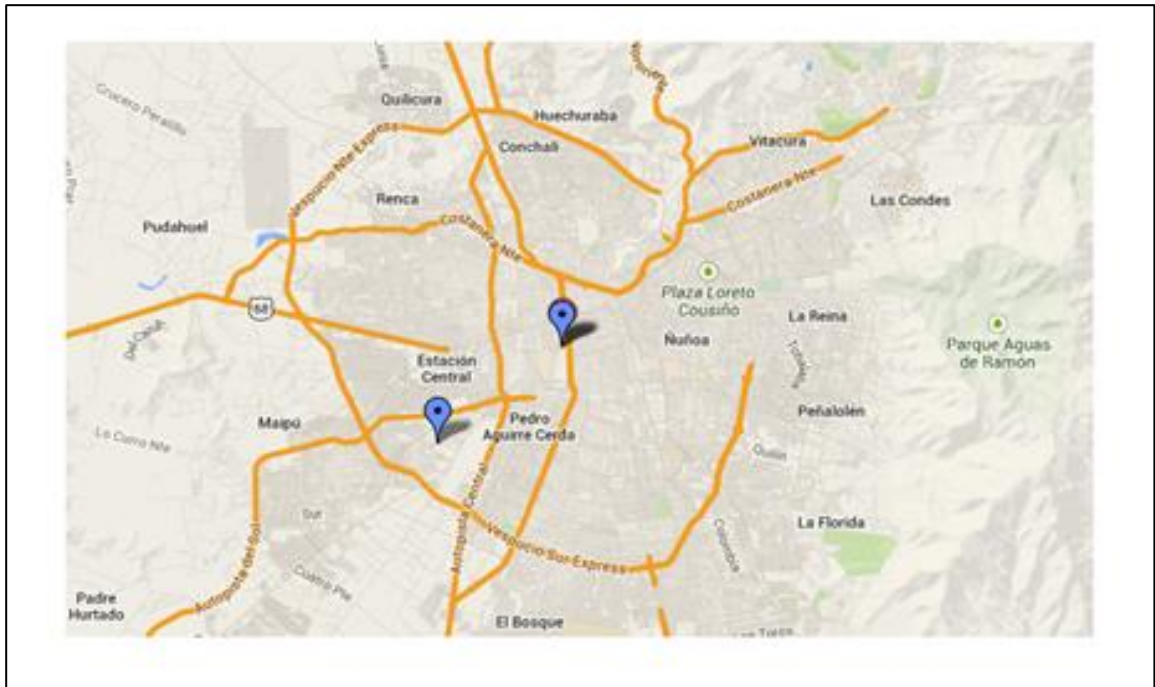


Figura 7: Esquema de ubicación del Laboratorio Plaza Ercilla y Laboratorio Cerrillos, Región Metropolitana.

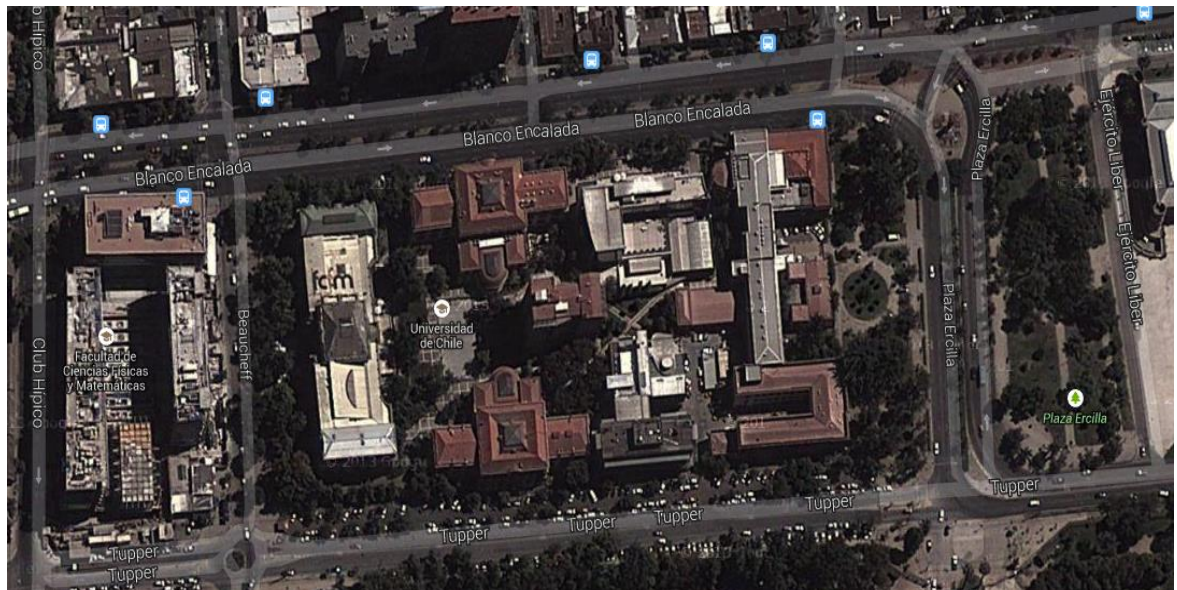


Figura 8: Imagen satelital del Laboratorio Plaza Ercilla ubicado en la comuna de Santiago.

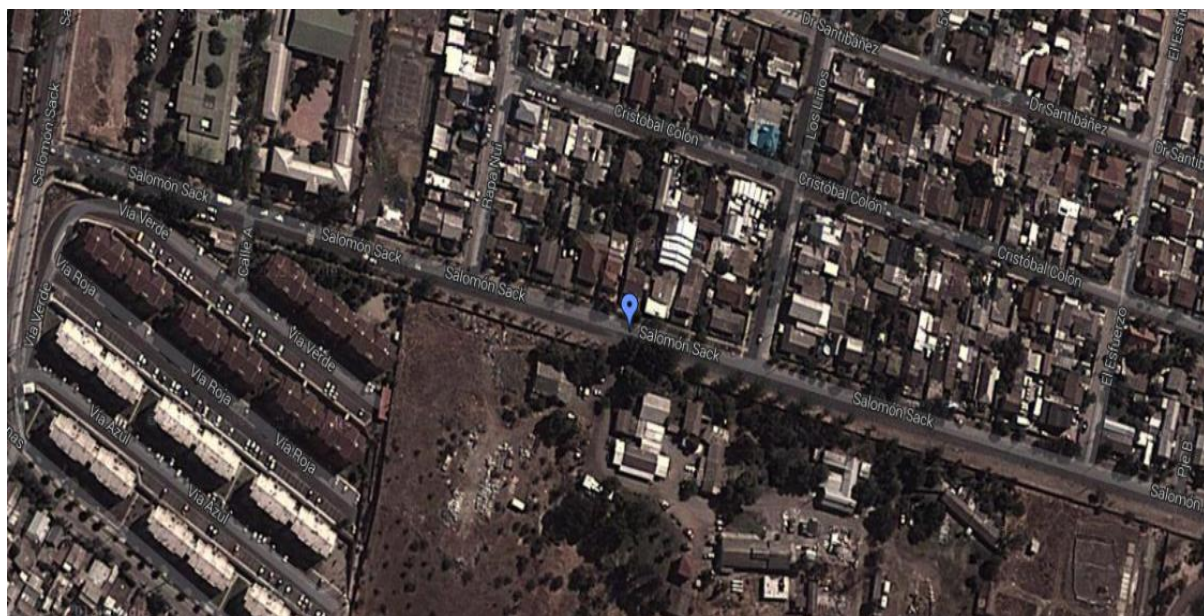


Figura 9: Fotografía satelital del Laboratorio Cerrillos ubicada en la comuna del mismo nombre.

3.2.2. Instalaciones y Actividades Desarrolladas en los Laboratorios:

Cada uno de los tres laboratorios a cargo de la División cuenta con el contingente de personal, maquinaria e instalaciones que le permite desarrollar los diferentes trabajos vinculados con el ensayo y preparación de probetas de hormigón.

La tabla muestra las actividades e instalaciones principales en cada uno de los laboratorios de ensayo.

Tabla I: Actividades y principales instalaciones de los laboratorios.

Actividad	Laboratorio Coquimbo	Laboratorio Plaza Ercilla	Laboratorio Cerrillos
Refrentado de probetas	Si	Si	Si
Rectificado de Probetas	No	Si	Si
Piscina de Curado	Si	Si	Si
Cámara Húmeda	No	Si	Si
Máquina de Ensayo Compresión	Si	Si	Si
Máquina de Ensayo Flexión	Si	Si	No

3.3. Flujogramas de Trabajo.

Los flujogramas de este documento se enmarcan en la operación realizada por la “Sección Hormigones Muestreo” en la Región Metropolitana de Santiago.

Cada una de las actividades involucradas en el proceso de control de hormigón fresco desarrollado por la Sección está debidamente documentada y consta de un protocolo o procedimiento, al cual deben ceñirse las operaciones en terreno, laboratorio y oficina de acuerdo a lo indicado por la norma chilena NCh-ISO17025.Of2005 “*Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*”. A continuación se presentan los diagramas de flujo 1, 2 y 3 que describen los trabajos realizados en toda la Sección.

El diagrama de flujo 1 “*Proceso de muestreo y ensayo*” muestra las dos formas en que opera la Sección. La primera (lado izquierdo) indica la situación en que las probetas no son confeccionadas por el laboratorio, sino que es el cliente quien acude a dejar las mismas ya fraguadas en obra a las dependencias de IDIEM. En este caso, se debe realizar una inspección de las probetas para verificar si cumple con los requisitos normativos vigentes que se detallan a continuación.

- NCh170.Of1985 Hormigón - Requisitos Generales.
- NCh171.Of1975 Hormigón - Extracción de muestras de hormigón.
- NCh1037.Of2009 Hormigón - Ensayo de compresión de probetas cubicas y cilíndricas.
- NCh1038.Of2009 Hormigón - Ensayo de tracción por flexión.
- NCh1172.Of2010 Hormigón - Refrentado de probetas.
- NCh2183.Of1992 Hormigón y mortero - Método de ensayo–Determinación del tiempo de fraguado.
- NCh2184.Of1992 Hormigón y mortero - Método de ensayo-Determinación del contenido de aire.
- Nch.Of2261 Morteros - Determinación de las resistencias mecánicas de probetas confeccionadas en obra.

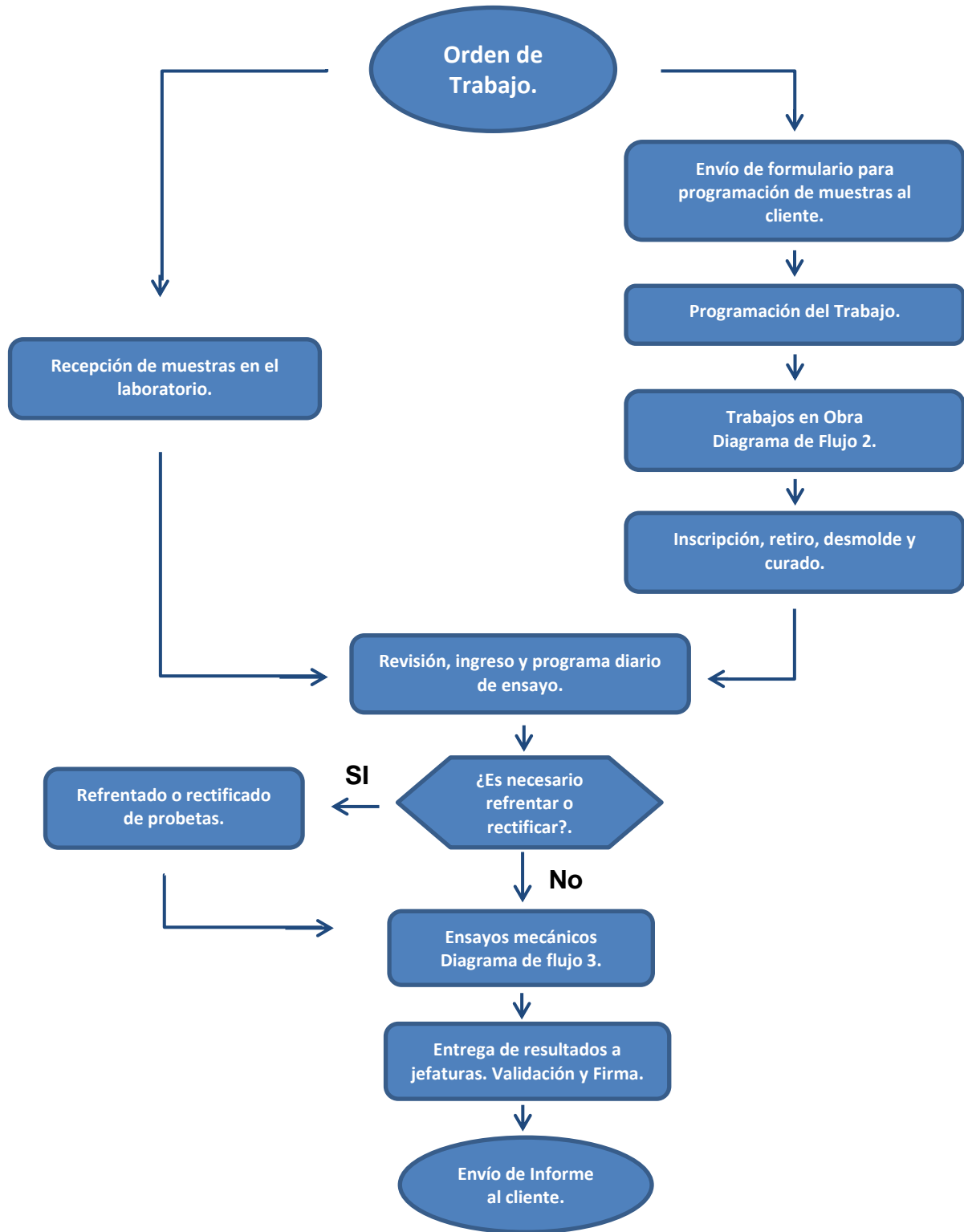
Por otra parte, el lado derecho del diagrama muestra el proceso de coordinación Laboratorio-Cliente para realizar las labores respectivas en obra, y confeccionar las probetas solicitadas. La parte “común del diagrama” indica el proceso de ensayo y entrega de resultados al cliente, discriminando, en el caso de las probetas cilíndricas, si es necesario refrentar o rectificar los especímenes según lo indique la NCh1172.Of2010 “*Hormigón- Refrentado de probetas*”.

El diagrama de flujo 2 “*Trabajos de muestreo en terreno*” muestra los procedimientos llevados a cabo en obra para obtener los parámetros físicos de asentamiento de cono y temperatura del hormigón entregados en el informe electrónico, discriminando entre

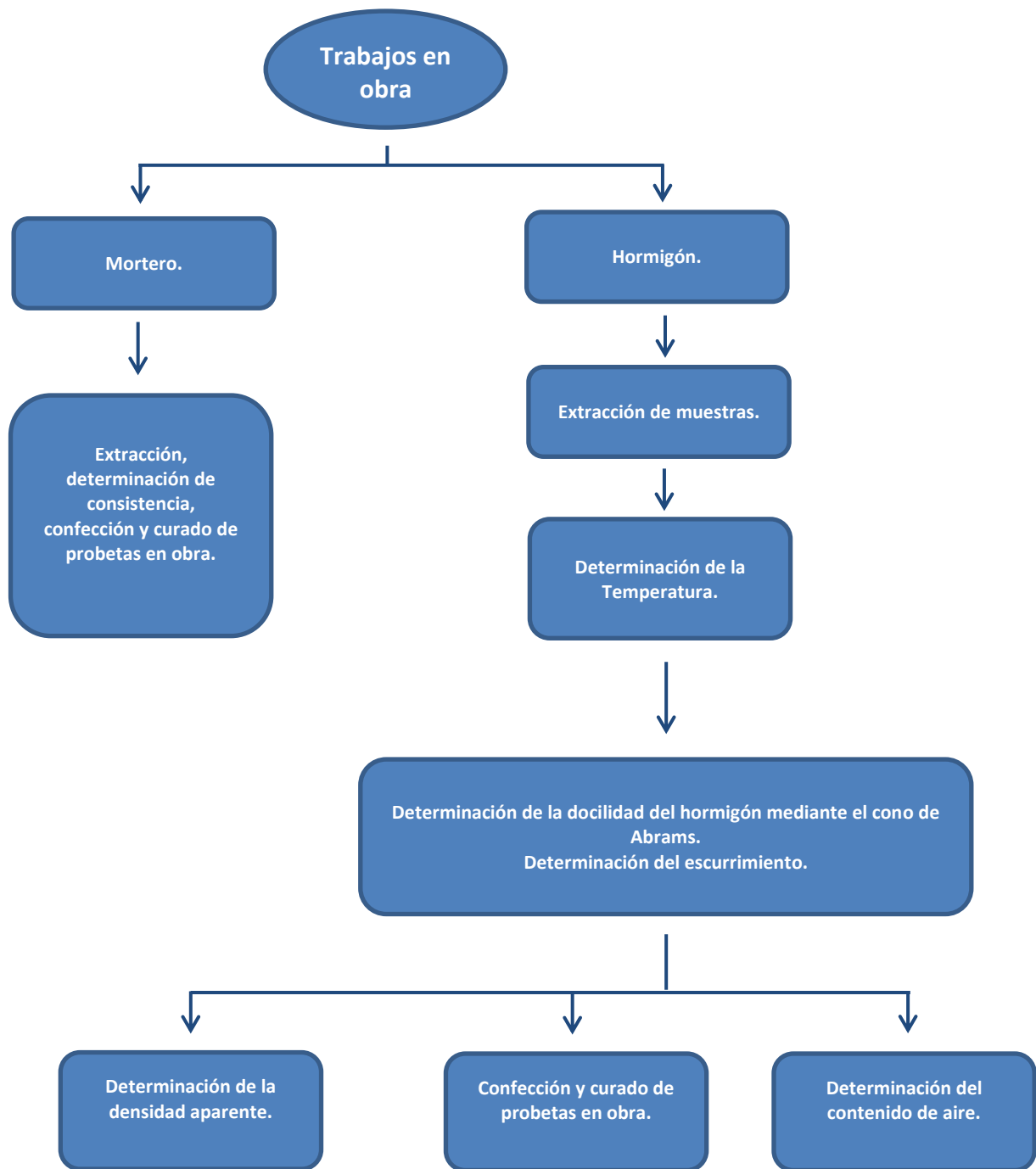
hormigón o mortero (vale la pena mencionar que los ensayos de mortero no son realizados por la Sección Hormigones Muestreo, sino que por la sección Tecnología del Cemento de la División Hormigones Ingeniería DHI del IDIEM, quienes prestan servicio a la SHM).

Finalmente el diagrama de flujo 3 “*Ensayos mecánicos en laboratorio*” desglosa los tipos de ensayos mecánicos que se realizan en la Sección según el tipo de probetas solicitadas por el cliente.

3.3.1. Diagrama de Flujo 1: Proceso de Muestreo y Ensayo.



3.3.2. Diagrama de Flujo 2: Trabajos de muestreo en terreno.



3.3.3. Diagrama de Flujo 3: Ensayos mecánicos en el laboratorio.



3.4. Cargos y Organización DHC.

En la actualidad la División presenta un esquema bien definido de cargos, actividades y competencias del personal. A continuación se presentan los organigramas y cargos involucrados en el estudio.

3.4.1. Organigrama División Hormigones Control.

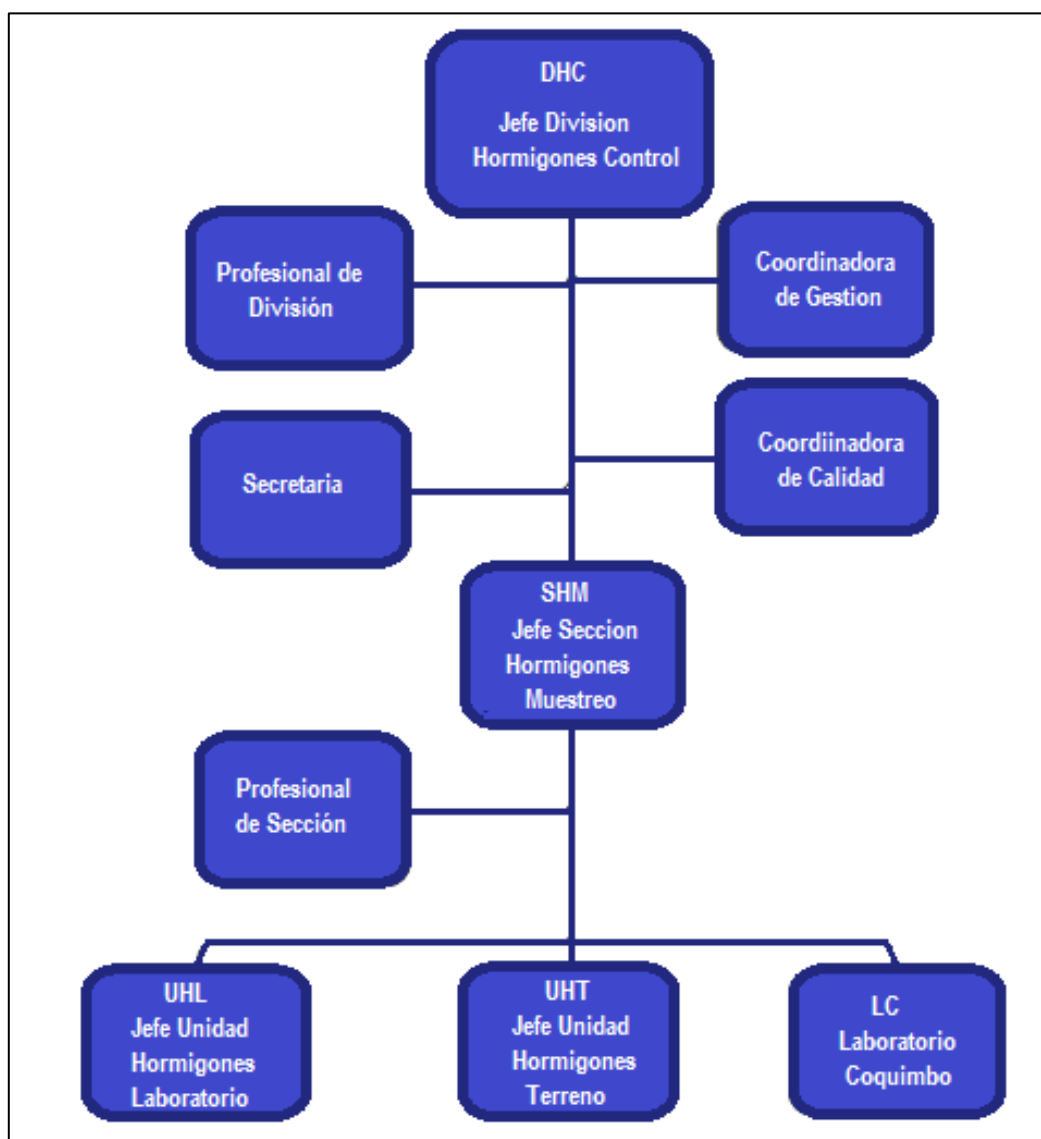


Figura 10: Organigrama DHC.
Imagen obtenida de la capacitación “Inducción de Calidad”.

3.4.2. Organigrama Sección Hormigones Muestro (SHM).

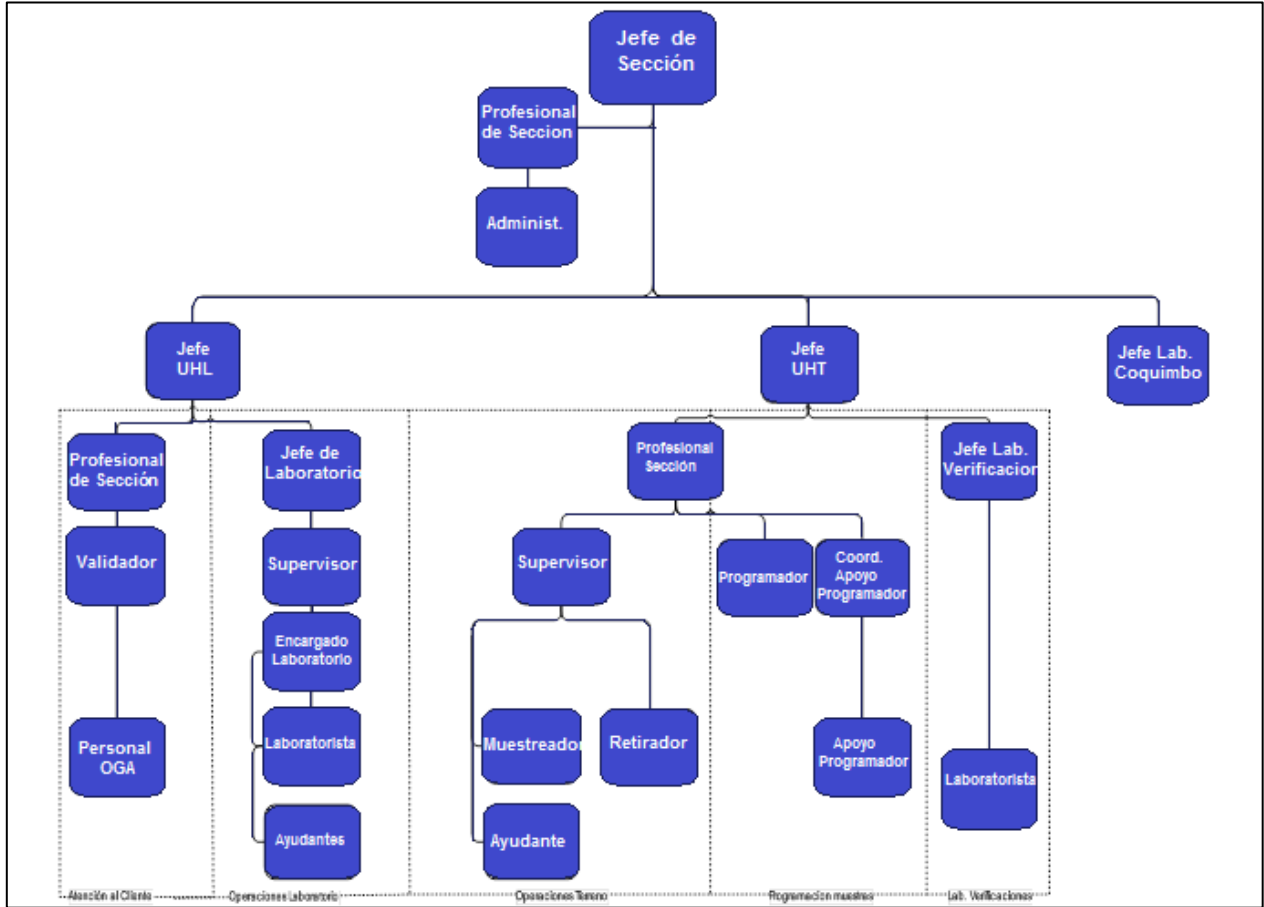


Figura 11: Organigrama SHM.
 Imagen obtenida de la capacitación “*Inducción de Calidad*”.

3.4.3. Definición de cargos en la División Hormigones Control.

A continuación se presenta la descripción de funciones y responsabilidades de cada cargo, de acuerdo a lo señalado en el punto 3.4 de este documento. La definición y características de los cargos presentados a continuación serán mostradas de acuerdo a los alcances de este documento.

Tabla II: Descripción de cargos SHM.

N°	Nombre	Funciones y/o Responsabilidades
1	Profesional de Sección	Profesional de apoyo directo a la Sección en tareas asignadas que pueden ser: administración y/o provisión de recursos; gestión comercial, operativa y/o técnica de los servicios prestados; implementación y/o mantención del Sistema de Gestión establecido en la Sección.
2	Jefe de Unidad / Jefe de Laboratorio	Responsable de las operaciones técnicas de la Unidad / Laboratorio sobre la cual ejerce su jefatura. Gestión comercial y operativa de los servicios prestados por la Unidad / Laboratorio. Implementación y supervisión del correcto funcionamiento del Sistema de Gestión de la Calidad.
3	Apoyo Jefe de Unidad	Apoya al Jefe de Unidad en la implementación y supervisión del correcto funcionamiento del Sistema de Gestión de la Calidad, realizando tareas de capacitaciones al personal, control de equipos entre otros.
4	Supervisor	Supervisión de la correcta ejecución de las actividades relacionadas con el personal a su cargo.
5	Encargado de Laboratorio	Apoya al Supervisor en todas las actividades relacionadas con el laboratorio. Encargado de supervisar la correcta ejecución de las actividades técnicas relacionadas con el Personal de Cámara Húmeda y Desmolde. Distribuye tareas al personal. Programa ensayos. Si amerita puede realizar ensayos.
6	Laboratorista	Realizar controles y ensayos en laboratorio y/o terreno.
7	Muestreador	Realizar controles y ensayos en terreno.
8	Retirador	Realizar el retiro de muestras.
9	Personal Cámara Húmeda y Desmolde	Realizar desmolde de probetas, manejo y almacenamiento de éstas en laboratorio, además de su eliminación una vez ensayada.
10	Ayudante	Prestar apoyo en actividades del laboratorio.
11	Técnico Unidad Hormigones Laboratorio	Elaboración de informes y atención al Cliente. Revisión y validación de informes de ensayo.
12	Personal de Gestión Administrativa	Revisión y emisión de informes. Servicio al Cliente. Envío de resultados. Coordinación de ensayos.

Capítulo 4.

4. Actividades a Mejorar y Resultados.

4.1. Actividades elegidas para la propuesta de mejoras.

Luego de contextualizar la organización en la que se realiza el trabajo e identificar las actividades realizadas en la prestación de servicio, de acuerdo a lo mostrado en los flujogramas de trabajo y tablas del capítulo anterior, en el presente capítulo se cuantifican las actividades consideradas para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Se busca atacar tres situaciones de mucha importancia a nivel de productividad, ingresos e imagen para la División. Estas son aumento de muestras controladas, la disminución en reemisión de informes electrónicos y la disminución de muestras dañadas.

4.1.1. Aumento de muestras controladas.

Actualmente la sección presenta un 78% de satisfacción de demanda, por lo que se busca incrementar la cifra por medio del aumento de moldes en circulación para la confección de muestras. Se busca cumplir este objetivo agilizando el proceso de desmolde y acondicionamiento de probetas en los laboratorios de Plaza Ercilla y Cerrillos. La actividad se muestra en el Diagrama de Flujo 1 del capítulo 3.

4.1.2. Disminución de Reemisión de Informes Electrónicos.

El informe electrónico representa al final de la cadena de trabajo la imagen de IDIEM frente al cliente, y por esta razón es de vital importancia que el contenido de este presente la formalidad y plazos de entrega comprometidos. Cada error que se comete en la emisión y entrega de un Informe Electrónico, primero que todo genera retraso en los plazos de cumplimiento de entrega debido a la reemisión del mismo, situación que obliga la utilización innecesaria de los recursos dispuestos para esta actividad, y por otro lado tiene consecuencias negativas en la imagen de IDIEM. Se busca cumplir con esta condición realizando capacitaciones continuas, complementadas con nuevas aplicaciones en la plataforma intranet que faciliten la revisión de los documentos,

además de charlas y evaluaciones al personal administrativo a modo de estandarizar la actividad de ingreso, revisión y emisión de informes electrónicos.

4.1.3. Anulación de muestras.

La anulación de muestras ocurre cada vez que se produce algún desajuste en el cumplimiento de procedimientos ya sea de IDIEM, de sus clientes o de la normativa vigente que regula el control de hormigón fresco. Esta situación impide realizar el cobro completo o parcial de la prestación del servicio, afectando directamente los ingresos de la División.

Tanto la anulación de muestras, como los errores en la emisión de Informes Electrónicos generan la utilización innecesaria de recursos, que muchas veces son mayores a los utilizados en la primera etapa de producción.

4.2. Volúmenes de Trabajo Sección Hormigones Muestreo.

Actualmente la Sección está dividida en tres zonas en términos operacionales:

- Región Metropolitana (RM): A cargo de los trabajos realizados en dicha Región y que está dentro de los alcances del estudio de este documento.
- Zona Centro Norte (ZCN): A cargo de realizar trabajos en la Quinta Región de Valparaíso (El análisis de esta zona de trabajo se escapa de los alcances de este estudio y se muestra solo a modo de referencia).
- Zona Centro Sur (ZCS): A cargo de realizar trabajos en la Sexta Región del Libertador Bernardo O'Higgins y Séptima Región del Maule (El análisis de esta zona de trabajo se escapa de los alcances de este estudio y se muestra solo a modo de referencia).

Durante el año 2013 en la Sección se confeccionaron y ensayaron en promedio 3.364 muestras mensuales de un promedio de 4.189 solicitudes ingresadas por mes.

Tabla III: Resumen volúmenes de muestreo SHM en 2013.

Zona	Solicitadas	Tomadas
RM	3.784	3.027
ZN	59	52
ZS	347	285
Total	4.190	3.364

**Los resultados que posteriormente serán analizados corresponden solamente a los registrados por la SHM en la Región Metropolitana (RM) pues es en este lugar donde se concentra el 90% de la carga de trabajo de trabajo de la División. De todos modos, y a modo de referencia o patrón comparativo, se expondrá la situación de Zonal Centro Norte (ZCN) y Zonal Centro Sur (ZCS).*

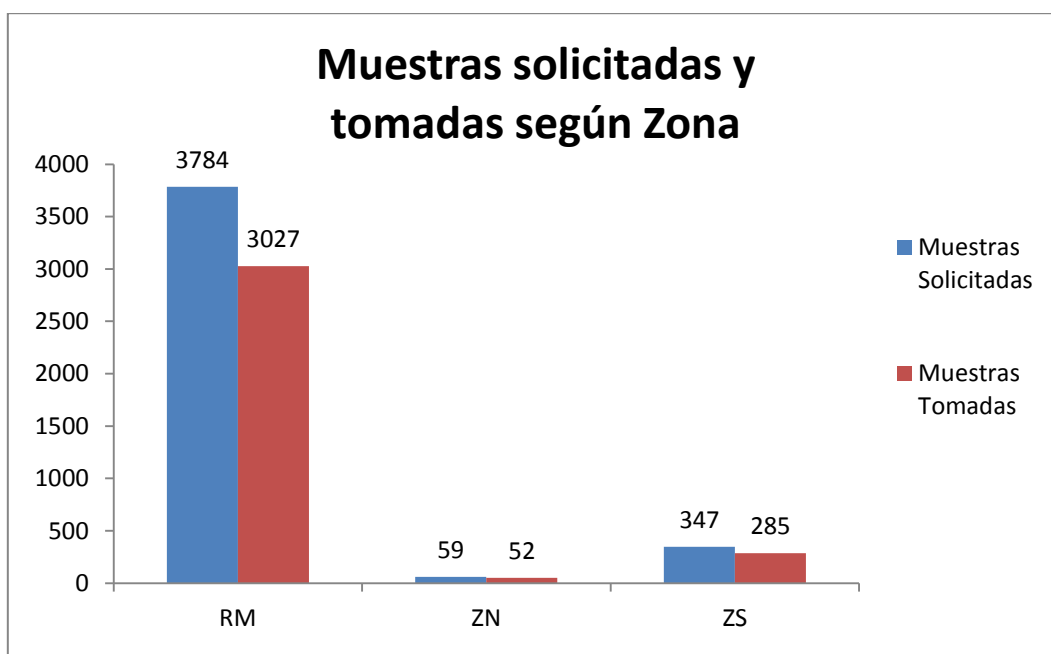


Figura 12: Gráfico de muestras solicitadas y tomadas SHM durante el 2013.

La figura 12 indica que el nivel de servicio para las tres zonas durante el año 2013 bordea el 80%.

De acuerdo a los datos de despacho de hormigón correspondientes a los socios del Instituto del Cemento y Hormigón ICH en la Región Metropolitana, durante el año 2013 se despachó aproximadamente 3.000.000 de m³ anuales de hormigón para fines constructivos. Considerando que la División controla aproximadamente el 80% del mercado en la Región Metropolitana se puede construir la tabla IV a modo de tener una referencia de la situación actual de la actividad.

Tabla IV: Volúmenes de hormigón despachado y muestras controladas.

Promedio mensual de hormigón despachado RM [m ³]	Promedio mensual de hormigón controlado por la DHC [m ³]	Índice de control [m ³ despachado/muestra]
249.096	199.277	66

Actualmente la SHM realiza el control de hormigón cada 50 m³ despachados, situación que tiene bastante relación con lo descrito en la tabla IV considerando que muchos clientes no solicitan muestreo para hormigones de grado inferior a 10 MP.

A continuación y a modo detallar las actuales condiciones de trabajo, se presentan en forma desglosada los volúmenes de muestreo en las tres zonas mencionadas.

4.2.1. Estadísticas Región Metropolitana.

A continuación se muestran los antecedentes recopilados durante el año 2013 de los trabajos realizados por la Sección en la Región Metropolitana.

Tabla V: Resumen de muestras solicitadas y tomadas mensualmente por la SHM en la Región Metropolitana durante 2013.

Mes	Solicitadas	Tomadas
Enero	4017	3453
Febrero	3312	2837
Marzo	3528	3097
Abril	4430	3479
Mayo	3456	2796
Junio	3740	2574
Julio	4323	3253
Agosto	4850	3190
Septiembre	3856	2538
Octubre	4791	3174
Noviembre	3800	2947
Diciembre	3639	2990

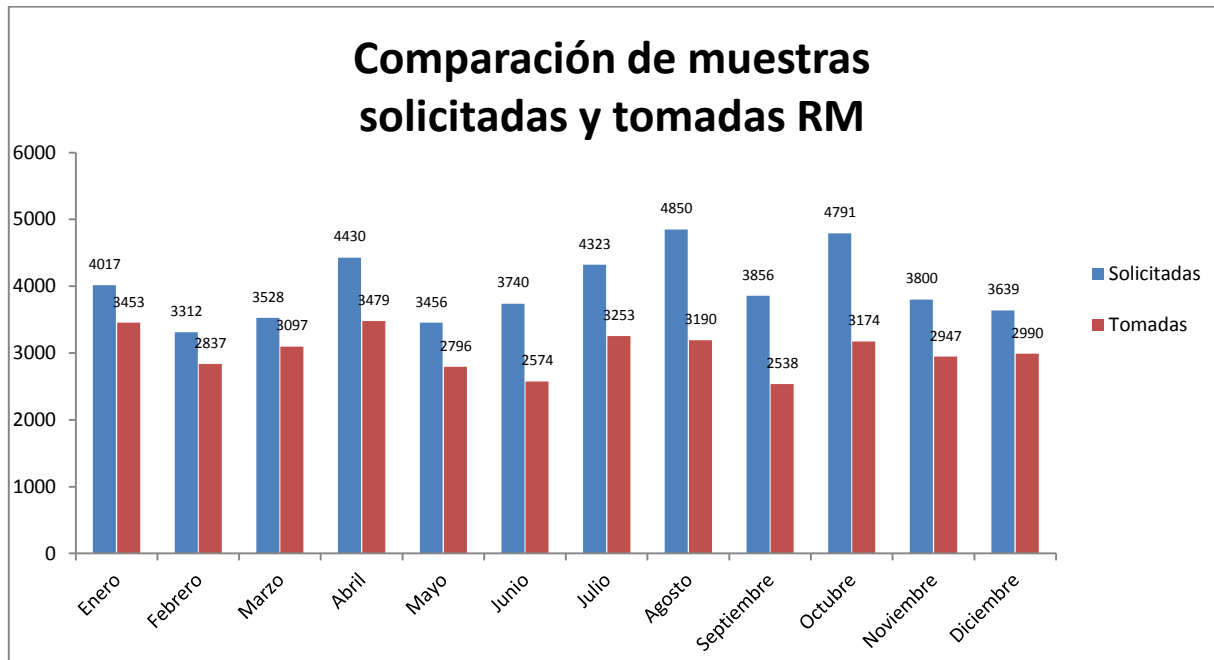


Figura 13: Gráfico de resumen muestras solicitadas y tomadas en la SHM en la Región Metropolitana durante 2013.

La figura 13 muestra que el porcentaje de trabajo realizado durante un año se mantiene relativamente constante y no existe gran desviación con el promedio anual entregado en párrafos anteriores.

4.2.2. Estadística Zonal Centro Sur.

A continuación se muestran los antecedentes recopilados durante el año 2013 de los trabajos realizados por la Sección en el Zonal Sur.

Tabla VI: Resumen de muestras solicitadas y tomadas mensualmente en el Zonal Sur durante 2013.

Mes	Solicitadas	Tomadas
Enero	400	330
Febrero	302	265
Marzo	335	285
Abril	344	287
Mayo	383	248
Junio	346	263
Julio	451	335
Agosto	436	312
Septiembre	264	246
Octubre	327	295
Noviembre	314	293
Diciembre	267	265

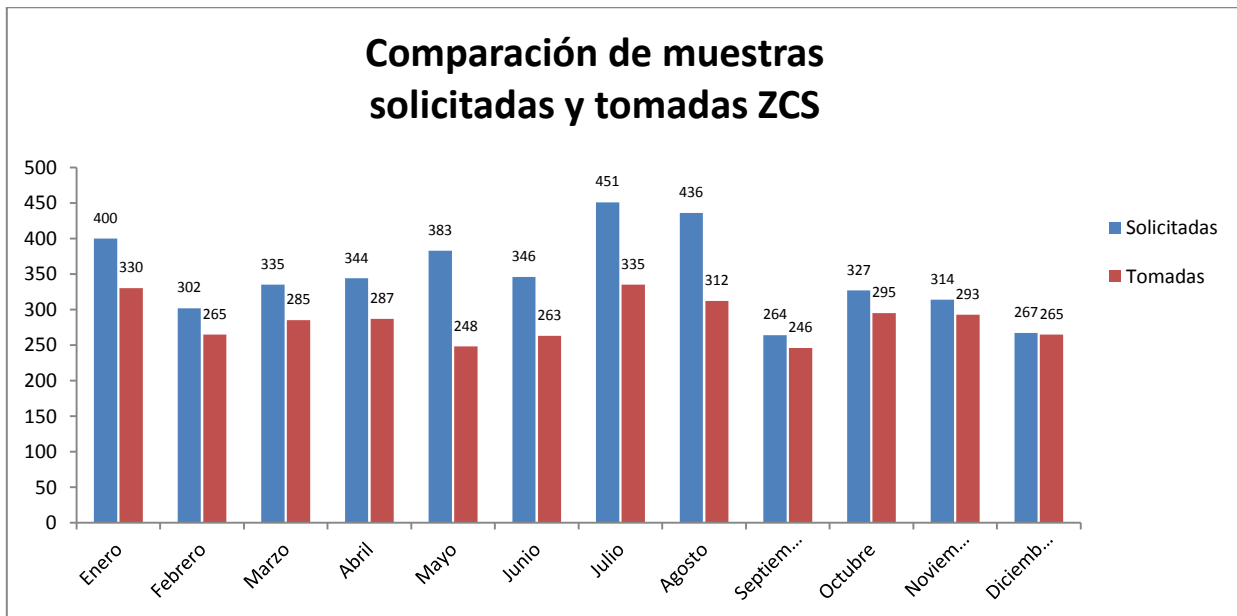


Figura 14: Gráfico de muestras solicitadas y tomadas mensualmente en el Zonal Sur durante 2013.

Al igual que en el caso de la Región Metropolitana, en la figura 14 se observa que no existe mayor desviación de los resultados mensuales con el promedio anual en la ZCS.

4.2.3. Estadística Zonal Norte.

A continuación se muestran los antecedentes recopilados durante el año 2013 de los trabajos realizados por la División en el Zonal Norte.

Tabla VII: Resumen de muestras solicitadas y tomadas en el Zonal Norte durante 2013.

Mes	Solicitadas	Tomadas
Enero	20	19
Febrero	20	20
Marzo	45	45
Abril	66	66
Mayo	61	52
Junio	70	64
Julio	115	79
Agosto	94	78
Septiembre	57	49
Octubre	78	71
Noviembre	44	43
Diciembre	38	32

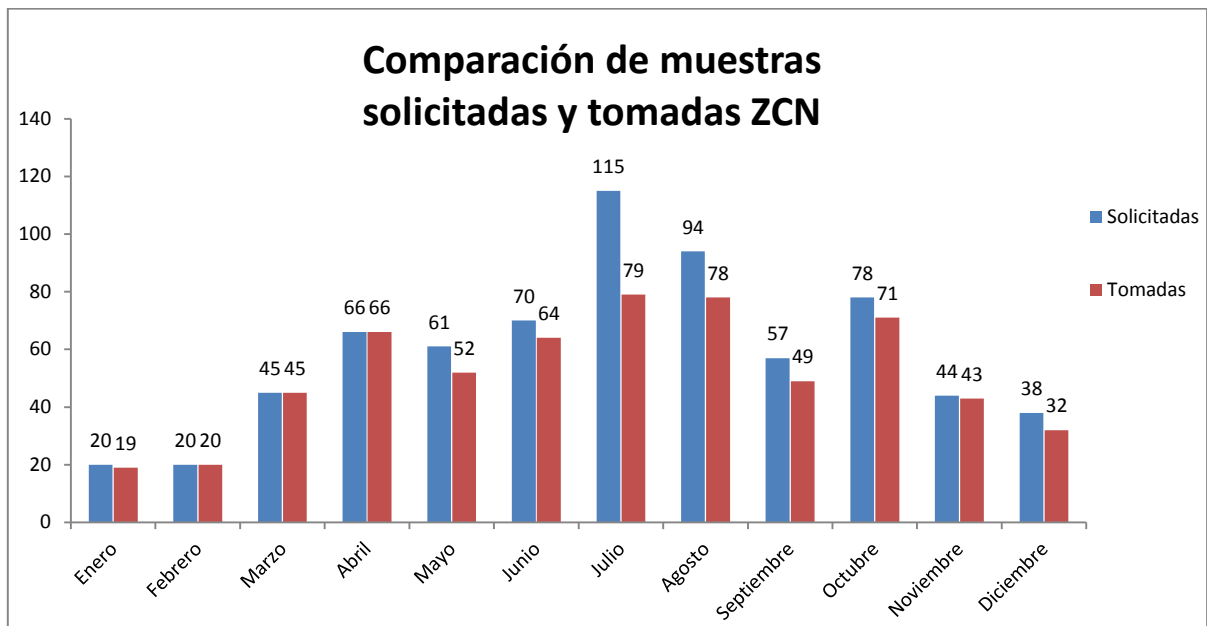


Figura 15: Gráfico de muestras solicitadas y tomadas por la SHM en el Zonal Norte durante 2013.

A diferencia de las otras dos zonas, la zona norte no permanece constante durante el año. Lo anterior se debe al movimiento de clientes en esa zona.

4.2.4. Dotación de moldes de la SHM para satisfacción de demanda.

Los registros de la dotación de moldes, según el estado en el que se encuentran se presentan en la tabla VIII. Los registros corresponden a la actualización Mayo 2014.

Tabla VIII: Conteo de probetas de hormigón a Mayo 2014

Estado	Cilindros	Cubos	Vigas
Operativos	730	255	42
reparación	83	368	50
Baja	42	183	1
Total	855	806	93

4.3. **Distribución de Trabajo en la Región Metropolitana.**

En la actualidad la SHM cuenta con una distribución en la operación de terreno de acuerdo a la ubicación del proyecto. Esta distribución está compuesta por 6 equipos de trabajo asignados a seis diferentes zonas en la Región Metropolitana. De acuerdo a los datos consultados, los muestreadores pueden cambiar de zona de acuerdo a las necesidades diarias de la Sección por lo que la tabla IX entrega el promedio de la dotación durante el periodo 2013-2014.

Tabla IX: Detalle distribución de personal en la Región Metropolitana.

Zona	Muestreadores	Dotación de Personal
Equipo Centro	3	16%
Equipo Norte	3	16%
Equipo Sur	2	11%
Equipo Oriente	7	37%
Equipo Poniente	1	5%
Equipo Sur Oriente	3	16%

Los registros de retiro de muestras de la División durante el año 2013 permiten contar con el detalle de la distribución de trabajo en la Región Metropolitana, distribución que se detalla en la tabla X.

Tabla X: Detalle distribución de muestreo en la Región Metropolitana durante el año 2013.

Equipo	Muestras	Porcentaje
Centro	6446	17%
Norte	6722	18%
Sur	5327	14%
Oriente	8486	22%
Poniente	263	1%
Sur-Oriente	7358	19%
Inspector-Otros	3166	8%

La clasificación Inspector-Otros corresponde a retiros especiales realizados por personal de la Sección debido a situaciones extraordinarias, principalmente debido a trabajos realizados fuera del área de cobertura.

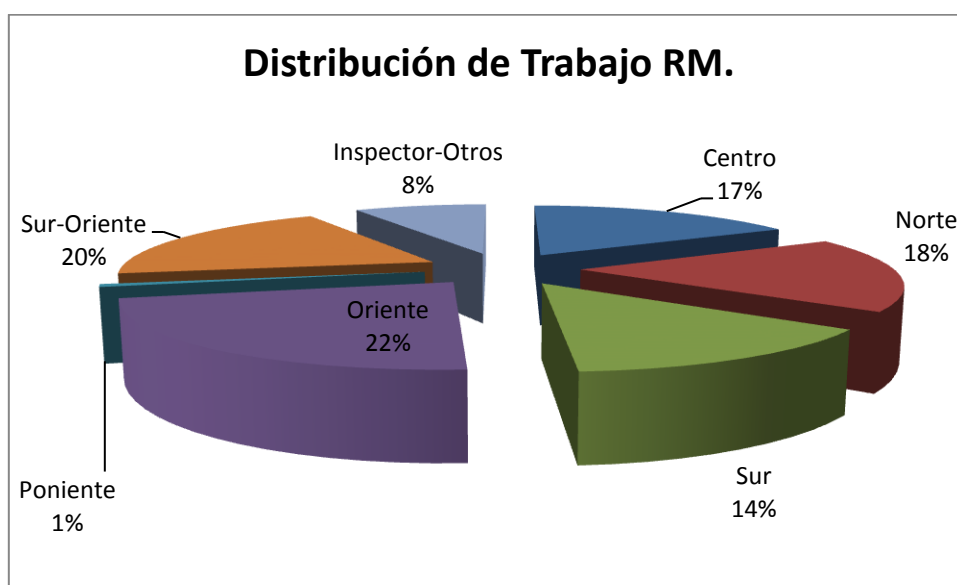


Figura 16: Gráfico distribución de muestras tomadas en la Región Metropolitana durante 2013.

De acuerdo a los registros de muestreo las comunas que solicitaron del servicio de la División se muestran en la tabla XI.

Tabla XI: Detalle del muestras tomadas diferenciadas por comuna durante el 2013.

Comuna	Cantidad de muestras	Porcentaje
Alhué.	1	0%
Buin.	198	1%
Calera de Tango.	17	0%
Cerrillos.	343	1%
Cerro Navia.	39	0%
Colina.	1459	4%
Coltauco.	3	0%
Conchalí.	185	1%
Curacaví.	7	0%
El Bosque.	147	0%
El Monte.	8	0%
El Paico.	2	0%
Estación Central.	517	1%
Huechuraba.	1147	3%
Independencia.	719	2%
Isla de Maipo.	66	0%
La Cisterna.	229	1%
La Florida.	854	2%
La Granja.	36	0%
La Pintana.	56	0%
La Reina.	797	2%
Lampa.	647	2%
Las Condes.	6133	17%
Lo Barnechea.	1943	6%
Lo Espejo.	79	0%
Lo Prado.	12	0%
Machalí.	4	0%
Macul.	318	1%
Maipú.	1226	3%
Malloa.	1	0%
María Pinto.	4	0%
Melipilla.	199	1%
Mostazal.	6	0%
Ñuñoa.	1815	5%
Olivar.	3	0%
Padre Hurtado.	134	0%
Paine.	111	0%
Pedro Aguirre Cerda.	89	0%
Peñaflor.	113	0%
Peñalolén.	791	2%

Comuna	Cantidad de muestras	Porcentaje
Peumo.	3	0%
Pirque.	59	0%
Providencia.	1835	5%
Pudahuel.	1078	3%
Puente Alto.	1007	3%
Quilicura.	1466	4%
Quinta Normal.	229	1%
Rancagua.	114	0%
Recoleta.	171	0%
Renca.	703	2%
Requínoa.	4	0%
San Antonio.	116	0%
San Bernardo.	732	2%
San Felipe.	10	0%
San Joaquín.	455	1%
San José de Maipo.	39	0%
San Miguel.	1378	4%
San Pedro.	1	0%
San Ramón.	13	0%
San Vicente de Tagua Tagua.	8	0%
San Vicente.	25	0%
Santiago.	2872	8%
Talagante.	133	0%
Til Til.	7	0%
Vitacura.	2343	7%
Varias Comunas.	98	0%

*No todas las comunas corresponden a la Región Metropolitana, algunas solicitudes, a petición del cliente, fueron ingresadas al sistema de la RM.

A modo de hacer más gráfica la situación, si se considera el 80% del trabajo realizado, se obtiene que de las sesenta y siete comunas que solicitaron el servicio, solo trece se concentran en este porcentaje. La figura 17 muestra la distribución de trabajo para la situación planteada anteriormente.

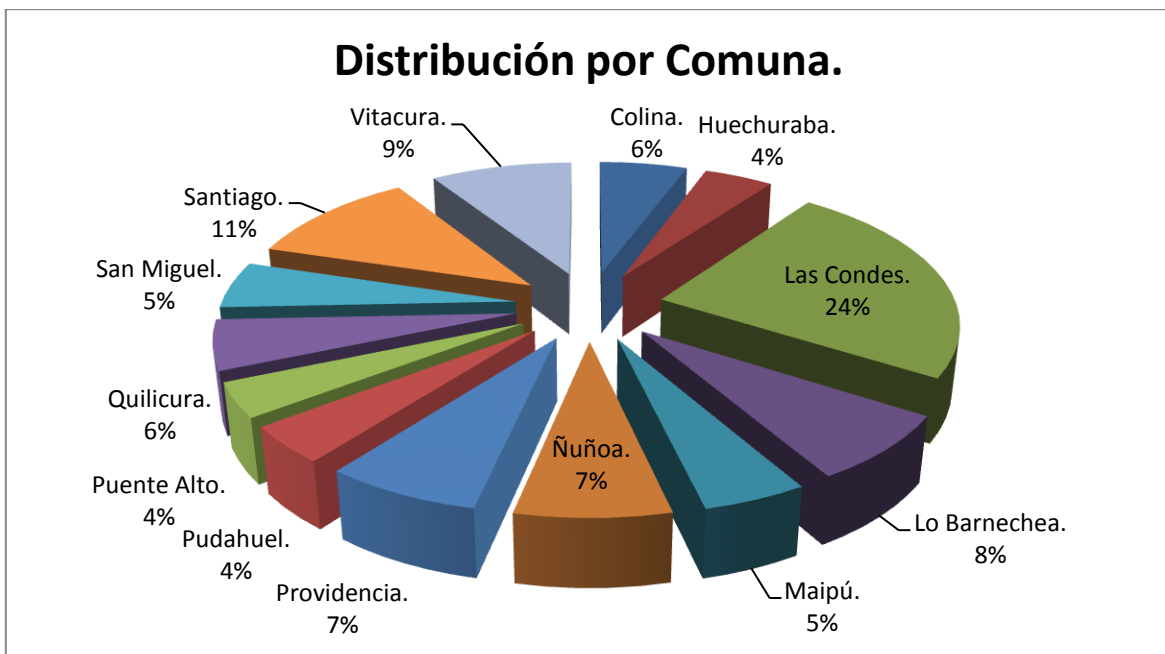


Figura 17: Gráfico de las comunas con mayor número de muestras tomadas en el 2013.

4.4. Cuantificación de Muestras Anuladas.

Muchas veces la entrega de los resultados mecánicos y físicos asociados al muestreo de hormigón fresco se ve truncada debido a la anulación de la muestra asociada. En la mayoría de los casos esta situación se produce por daños causados en la probeta, lo que impide que se realice el ensayo de manera adecuada. La anulación de la muestra implica el cobro parcial de la misma, situación que debe ser corregida ya que, afecta los costos de operación y la imagen de la División, aun cuando el 80% de los daños se producen durante el curado de las probetas dentro de la obra.

Cuando una muestra presenta problemas, y debido a que cada organización debe dar cuenta a sus respectivos clientes el motivo de la no conformidad del proceso, además de mantener el “número correlativo” de la muestra solicitada y dañada asociada a la estadística de la obra, es que la Sección mediante la Oficina de Gestión Administrativa (OGA) confecciona documentos de anulación de muestras. En estos documentos se explican las razones, justificadas con normativa vigente o procedimientos internos de IDIEM, por las cuales una muestra en particular no debería ser considerada para la posterior evaluación estadística del hormigón en cuestión.

A contar del segundo semestre del año 2013 se comenzó a cuantificar este efecto de muestras anuladas con el fin de medir los costos asociados y entregar propuestas para disminuirlas.

4.4.1. Recopilación de datos de anulación.

Se comienza durante el mes de Octubre de 2013 con la cuantificación de las muestras anuladas que en promedio corresponden al 4% del volumen muestreado, es decir del orden de 121 muestras anuladas mensualmente. La tabla XII y la figura 18 entregan el detalle de esta información.

Tabla XII: Resumen volúmenes de anulación en la Región Metropolitana.

Promedio Mensual de Muestras Nulas	Promedio Mensual de Muestras Tomadas
120	3100

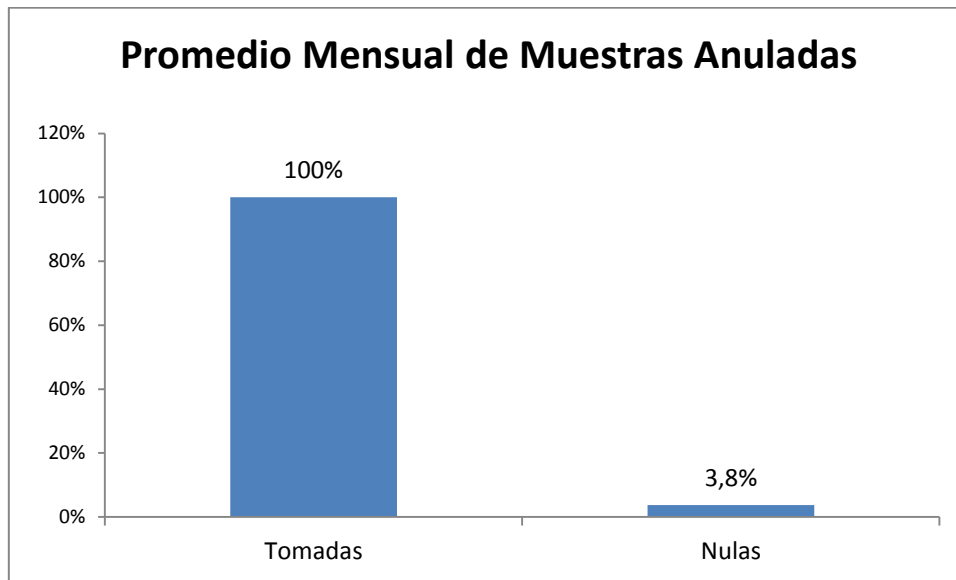


Figura 18: Gráfico de cuantificación mensual de muestras anuladas.

4.5. **Cuantificación de errores en la emisión de Informes Electrónicos.**

La Oficina de Gestión Administrativa es la encargada de realizar las actividades de ingreso de los datos de cada muestra al sistema intranet operado por la División. Es en esta etapa donde comienza la confección del Informe Electrónico que se entrega al cliente con los resultados de procedimientos y ensayos mecánicos y físicos. La figura 3 muestra el formato del documento entregado al cliente, que representa básicamente lo completado por los muestreadores en obra el día de la confección de las probetas (formato de la papeleta llenada por los muestreadores en los Anexos, figura 43), los resultados de los ensayos mecánicos practicados en el laboratorio y eventuales observaciones que sean necesarias de entregar al cliente (muestra tomada bajo la lluvia, ausencia de datos en la colocación del hormigón, muestra sometida a criterios de procedimientos internos no contemplados en las normas etc.).

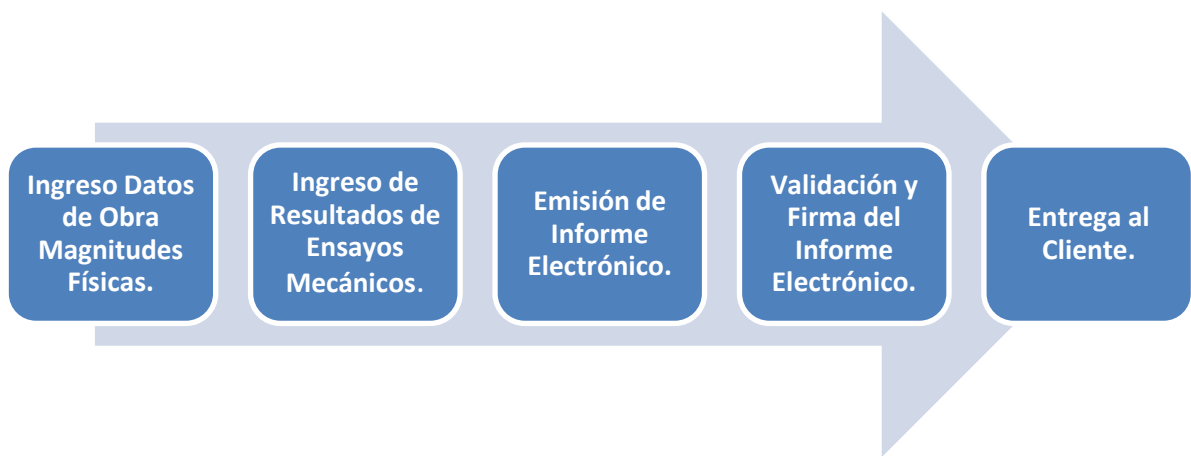


Figura 19: Parte final de las actividades involucradas en el control de hormigón fresco.

La figura 19 esquematiza el proceso de trabajo en esta unidad, desde el ingreso de datos al sistema ya sea de la boleta de muestreo completada en la obra el día de la confección de la muestra, o de la lista de resultados mecánicos desde el laboratorio el día del ensayo a compresión o flexo tracción de las probetas, (figuras 39, 40, 41, 42 y 43 los anexos) hasta la validación, firma y publicación del informe electrónico. Es en esta última etapa donde se notaron continuos errores del tipo ortográfico, incoherencia en la descripción de elementos hormigonados, errores en las edades de ensayo etc. situación que causa dos problemas pues muchas veces se escapa del control interno, siendo el cliente quien nota los errores en la emisión y por otro lado al ser detectado después de su confección retrasa los plazos de firma y entrega del documento. Es por estos motivos, y con el objetivo de revertir esta situación, que durante los meses de Agosto y Septiembre del año 2013 se realiza la cuantificación de los errores cometidos en la emisión de informes electrónicos, y de esta forma contar con indicios de la situación que se debe enfrentar. Los resultados se muestran en las figuras 20 y 21.

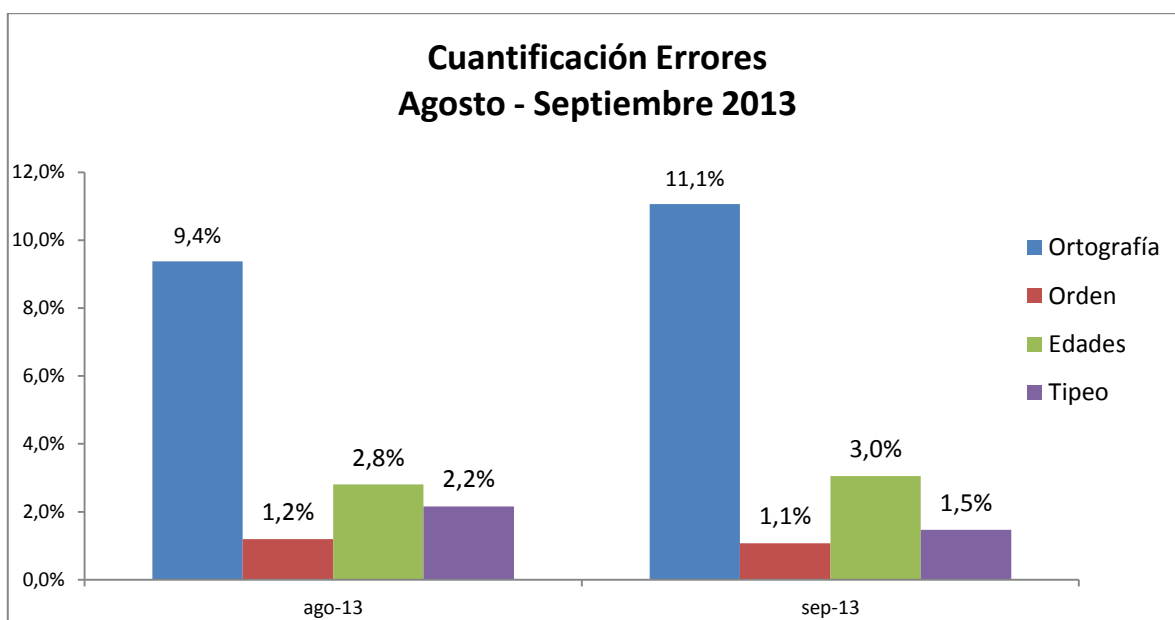


Figura 20: Gráfico con los tipos de errores definidos en la emisión de Informes Electrónicos Agosto y Septiembre 2013.

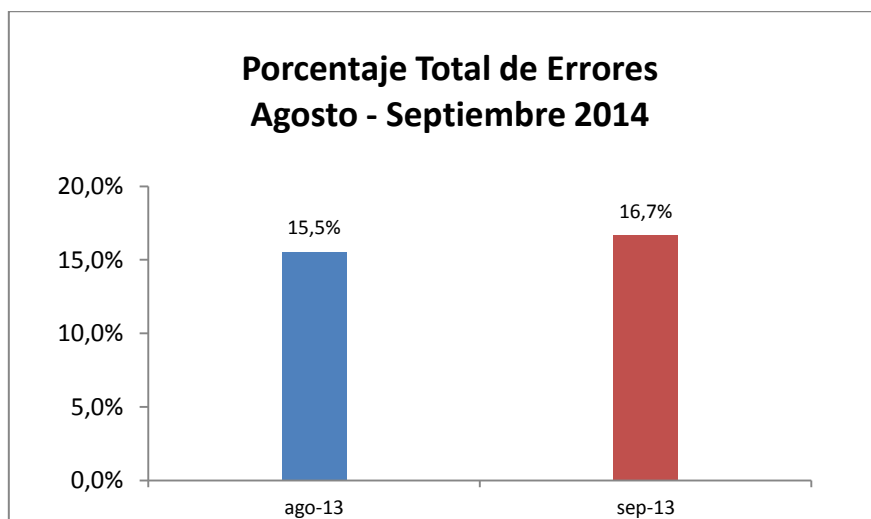


Figura 21: Situación inicial en la cuantificación de errores en la emisión de Informes Electrónicos.

El gráfico anterior se traduce, y considerando la totalidad de informes generados durante los meses mencionados, en que para el mes de agosto se confeccionaron 503 informes con errores y 391 informes con errores en el mes de septiembre.

Tabla XIII: Detalle de informes emitidos con errores en la Región Metropolitana.

Mes	Informes Emitidos	Informes Erróneos
ago-13	3.190	503
sep-13	2.538	391

Capítulo 5

5. Propuesta de Mejoras y Presentación de Resultados.

5.1. Muestreo de Trabajo en Labores de Desmolde.

Con el objetivo de disponer de más y mejores moldes para realizar las labores de muestreo en terreno, a continuación se comparan dos metodologías de trabajo, una en cada uno de los laboratorios de ensayo con los que cuenta la Sección en la Región Metropolitana.

Como primera medida se modifican las labores de la Unidad Hormigones Terreno (UHT) y la Unidad Hormigones Laboratorio (UHL) en la cadena de trabajo de la Sección. Como se observa en las figuras 22 y 23 las modificaciones consisten básicamente en prolongar las responsabilidades de la UHT, haciéndose responsable de la etapa de **desmolde y acondicionamiento de probetas**, ya que es esa misma unidad la responsable de administrar, reparar y asignar los moldes a cada uno de los equipos de muestreo. Los beneficios de esta modificación se cuantifican mediante la técnica del muestreo de trabajo con el fin de medir la productividad en cada uno de los laboratorios.

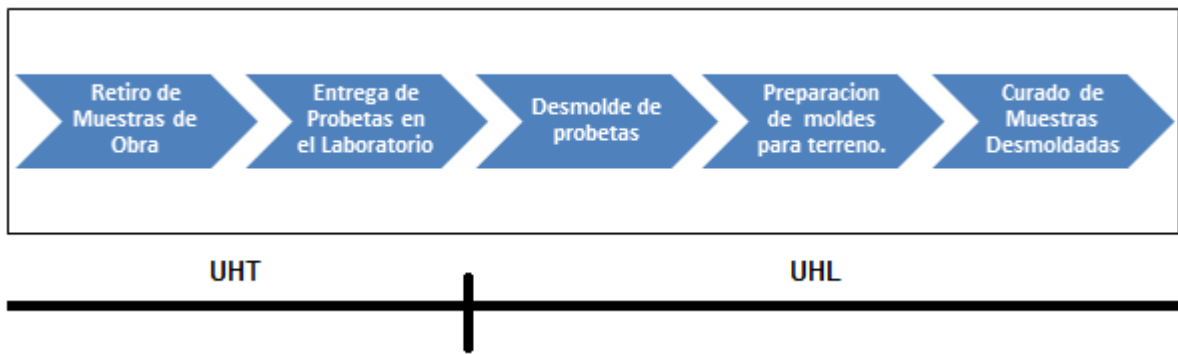


Figura 22: Etapa de transición entre las tareas de la UHT y UHL en el laboratorio Plaza Ercilla.

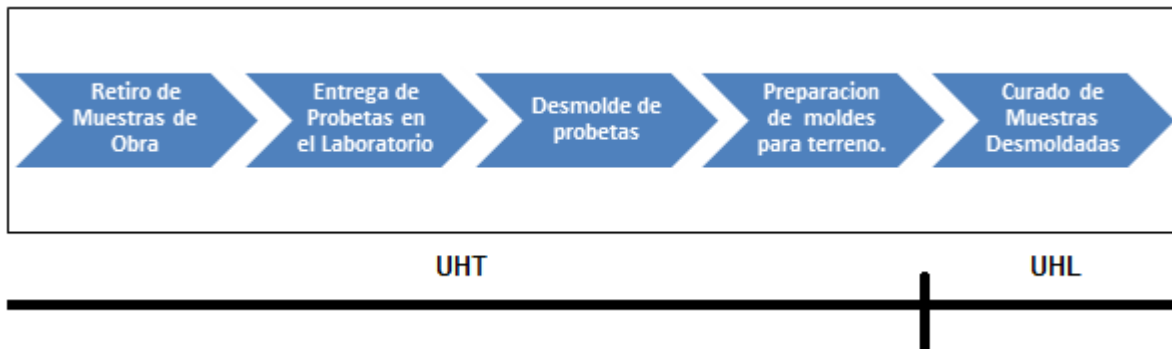


Figura 23: Etapa de transición entre las tareas de la UHT y UHL en el Laboratorio Cerrillos.

Se realizan tareas de muestreo de trabajo en ambos laboratorios, evaluando la eventual utilización de una pistola destornilladora que simplifique la tarea de armado y desarmado de moldes, aumentando el rendimiento de los operarios encargados de realizarla. La idea es que los moldes queden “terminados” más rápido y de mejor forma. Se pretende con este sistema, disminuir el tiempo de desmolde por probeta y de esta forma generar mayor cantidad de unidades en circulación además de disminuir el número de moldes en reparación por daños durante el proceso de acondicionamiento de los mismos.

Se comienza por dividir la etapa de “Desmolde de Probetas” en tres tareas:

- Descarga.
- Desmolde.
- Acondicionamiento, acopio y otros.

Estas tres tareas a la vez se dividen en ocho actividades. Esta división se utiliza en los registros de trabajo a modo de complementar el análisis del muestreo. La división de actividades queda detallada en la tabla XIV.

Tabla XIV: Detalle de tareas y actividades de desmolde

Tarea	Código Actividad	Nombre Actividad
Detención sin Razón Aparente (DSRA)	0	Detención sin Razón Aparente (DSRA)
Descarga	1	Recepción
Desmolde	2	Soltar Pernos
	3	Extraer Hormigón
	4	Limpiar Molde
	5	Armar Molde
Acondicionamiento, Acopio y Otros (AAO)	6	Engrasar (Desmoldante)
	7	Acopiar
	8	Otras

Como se expone en el punto 2.4.6 de este documento, se comienza por tomar alguna referencia o valor de entrada del parámetro “p”, que da el inicio a la determinación de diferentes parámetros útiles en la comparación de cada una de las metodologías utilizadas en los laboratorios. Es por esta razón que se realiza un muestreo de trabajo preliminar en el laboratorio de Plaza Ercilla desde los días 7 al 11 de Abril de 2014, espaciados por una hora cronológica a modo de tantear el parámetro de entrada del método. Los resultados se muestran en la tabla XV.

Tabla XV: Muestreo de Trabajo Preliminar Plaza Ercilla.

Hora	07-04-2014	08-04-2014	09-04-2014	10-04-2014	11-04-2014
11:00	Inactivo	Activo	Activo	Inactivo	Activo
12:00	Activo	Activo	Activo	Activo	Activo
13:00	Inactivo	Inactivo	Inactivo	Activo	Inactivo
14:00	Activo	Activo	Activo	Activo	Activo
15:00	Activo	Activo	Activo	Activo	Activo
16:00	Activo	Activo	Inactivo	Activo	Activo
17:00	Activo	Activo	Activo	Activo	Activo
18:00	Activo	Activo	Activo	Inactivo	Inactivo
19:00	Activo	Inactivo	Inactivo	Activo	Inactivo
20:00	Activo	Activo	Activo	Activo	Activo
21:00	Activo	Inactivo	Activo	Inactivo	Inactivo

Tabla XVI: Resultados Muestreo de Trabajo Preliminar.

Situación	07-04-2014	08-04-2014	09-04-2014	10-04-2014	11-04-2014
Activo	82%	73%	73%	73%	64%
Inactivo	18%	27%	27%	27%	36%

Tabla XVII: Promedio de Resultados del Muestreo.

Situación	Promedio
Activo (p)	73%
Inactivo (q)	27%

En base al valor $p = 73\%$, suponiendo un nivel de confianza del 90% y un error permisible del 10% se calcula el tamaño de la muestra según la formula V, luego.

$$n = 53 \frac{\text{observaciones}}{\text{jornada_laboral}}$$

Para determinar los horarios de las observaciones se confecciona una tabla de horarios para cada uno de los laboratorios con la función “Aleatorio()” del programa Microsoft Excel. El detalle de los horarios se muestra en las tablas XLV y XLVI de los anexos del informe.

5.1.1. Laboratorio Plaza Ercilla.

En este laboratorio se comienza con la implementación de equipos destornilladores mecánicos. La operación es llevada a cabo por dos trabajadores de la UHT, con una jornada laboral que se extiende desde las 11:00 horas hasta las 20:03 horas, dando la opción de realizar una hora extraordinaria pagada por día (de acuerdo a los registros preliminares cinco de los cinco días de la semana se observa movimiento después de las 20:03 horas). Para efectos de cálculo se considera una jornada laboral desde las 11:00 horas hasta las 21:03 horas, de esta forma no se limitará la aleatoriedad de las observaciones de trabajo.

De acuerdo a los resultados del muestreo preliminar se decide realizar el muestreo de trabajo el día miércoles 28 de Mayo, ya que los tres días centrales de la semana se acercan bastante al promedio semanal.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el laboratorio de Plaza Ercilla. Vale la pena mencionar que no solo se registró la “*actividad*” o “*inactividad*” de los operarios, sino que también la labor que realizaban según lo descrito en la tabla XIV.

De acuerdo a la teoría, la cantidad de observaciones asignadas a cada actividad se aproxima al tiempo ocupado en el desarrollo de cada una de ellas.

Las tablas XVIII, XIX y XX muestran el detalle de las observaciones. A modo de complementar la información, las figuras 24, 25 y 26 grafican cada uno de los resultados entregados por las tablas.

Tabla XVIII: Detalle de tiempo destinado a cada actividad.

Código Actividad	Actividad	Observaciones Operario 1	Observaciones Operario 2	Porcentaje Promedio de Observaciones
0	DSRA	9	16	24%
1	Recepción	2	1	3%
2	Soltar Pernos	7	5	11%
3	Extraer Hormigón	7	1	8%
4	Limpiar Molde	12	8	19%
5	Armar Molde	7	6	12%
6	Engrasar (Desmoldante)	5	1	6%
7	Acopiar	1	4	5%
8	Otras	3	11	13%

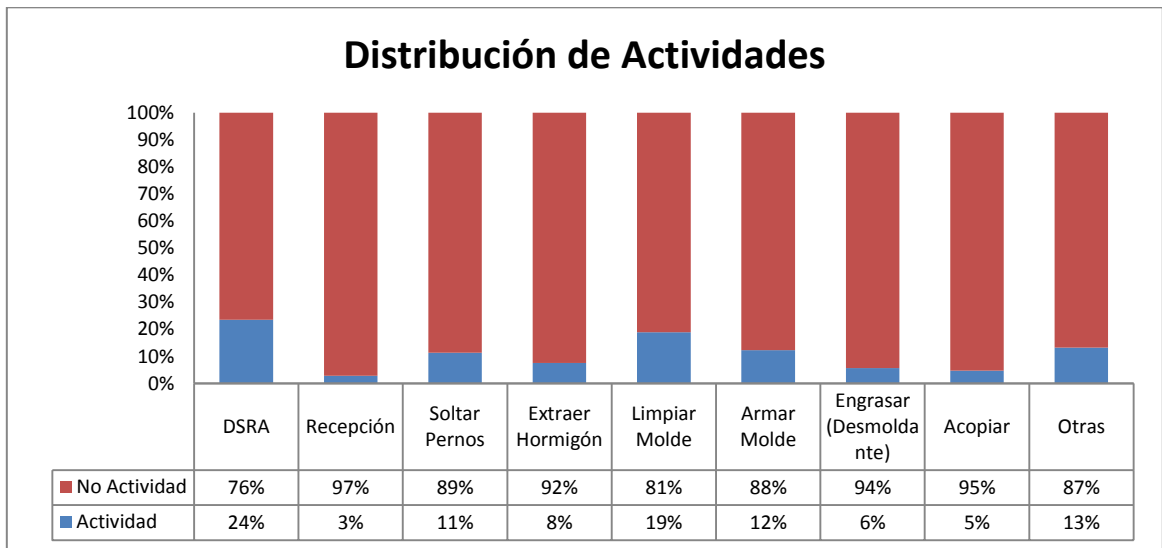


Figura 24: Gráfico de los tiempos destinado a cada actividad.

Tabla XIX: Detalle de los tiempos destinados a cada tarea.

Tarea	Cantidad de Observaciones	Porcentaje de Observaciones
Inactivo	25	24%
Recepción	3	3%
Desmolde	53	50%
Acopio	25	24%

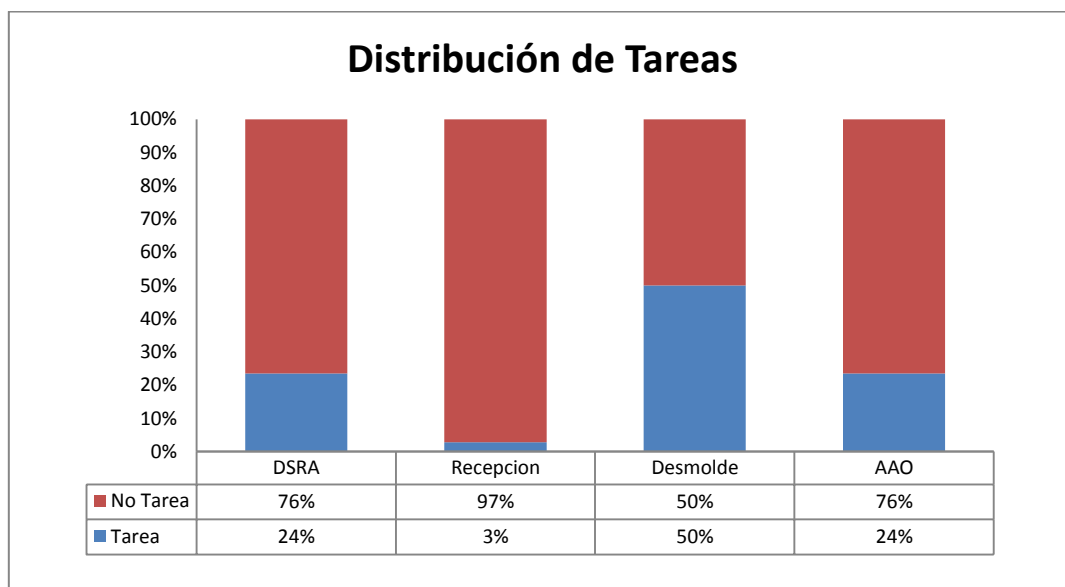


Figura 25: Gráfico de los tiempos destinados a cada tarea.

Tabla XX: Promedio de tiempos activos.

Promedio Tiempo Activo	Promedio Tiempo Inactivo
76%	24%

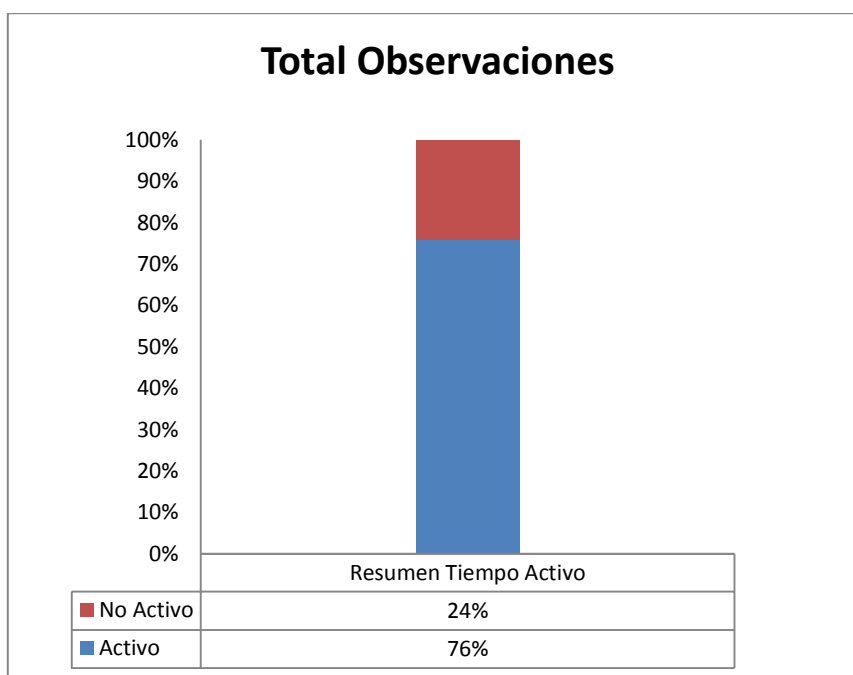


Figura 26: Gráfico del promedio de tiempos activos en Plaza Ercilla.

Por otro lado, y con el fin de calcular los tiempos normales y estándares en cada laboratorio, es de vital importancia saber el volumen de trabajo asociado al día controlado.

Tabla XXI: Total de moldes producidos en Plaza Ercilla.

Total Moldes Acondicionados
197

5.1.2. Laboratorio de Cerrillos.

En este laboratorio se continuó con el método antiguo de armado y desarmado de moldes por medio de llaves mecánicas. La operación es realizada por dos trabajadores quienes cuentan con las mismas condiciones horarias, de sueldo y de experiencia que las descritas en el punto 5.1.1 para el laboratorio Plaza Ercilla.

Las observaciones del muestreo se realizaron el día martes 20 de Mayo de 2014. Se eligió el día martes ya que es en los días centrales de la semana donde los resultados obtenidos en el muestreo preliminar se aproximan al promedio de la semana.

Al igual que en el caso de los registros de Plaza Ercilla, las tablas XXII, XXIII y XIV muestran el desglose de observaciones por actividad y por tarea. Las figuras 28, 29 y 30 complementan la información tabulada.

Tabla XXII: Detalle de los tiempos de cada actividad.

Código	Actividad	Cantidad Observaciones Operario 1	Cantidad Observaciones Operario 2	Porcentaje Promedio de Observaciones
0	DSRA	16	24	38%
1	Recepción	2	1	3%
2	Soltar Pernos	14	14	21%
3	Extraer Hormigón	5	1	6%
4	Limpiar Molde	6	8	13%
5	Armar Molde	5	4	8%
6	Engrasar (Desmoldante)	0	0	0%
7	Acopiar	3	6	8%
8	Otras	2	1	3%

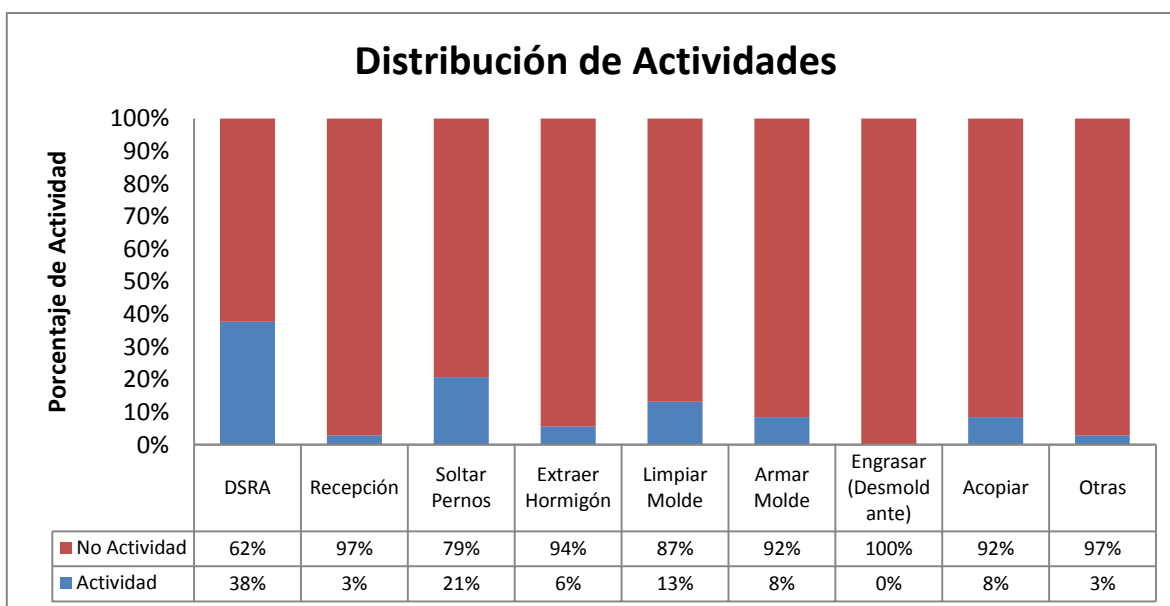


Figura 27: Gráfico de los tiempos destinados a cada actividad.

Tabla XXIII: Detalle de tiempos destinados a cada tarea.

Tarea	Cantidad Observaciones Operario 1	Cantidad Observaciones Operario 2	Porcentaje Promedio de Observaciones
DSRA	16	24	38%
Recepción	2	1	3%
Desmolde	30	21	48%
AAO	5	7	11%

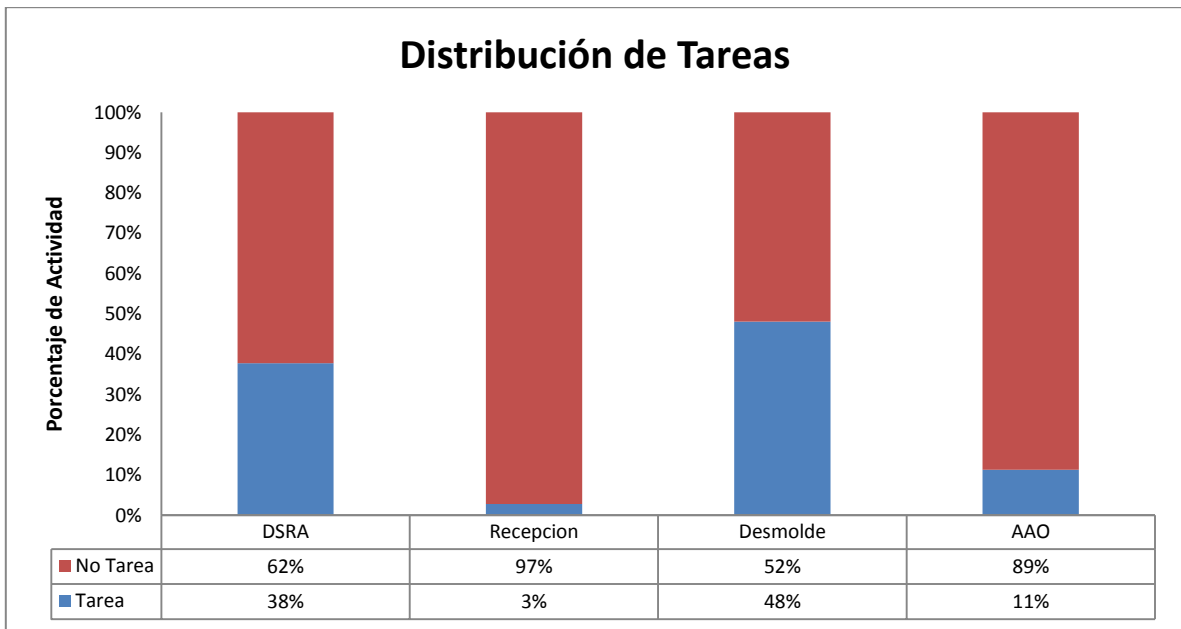


Figura 28: Gráfico de los tiempos destinados a cada actividad.

Tabla XXIV: Total de moldes producidos en Cerrillos.

Total Tiempo Activo	Total Tiempo Inactivo
62%	38%

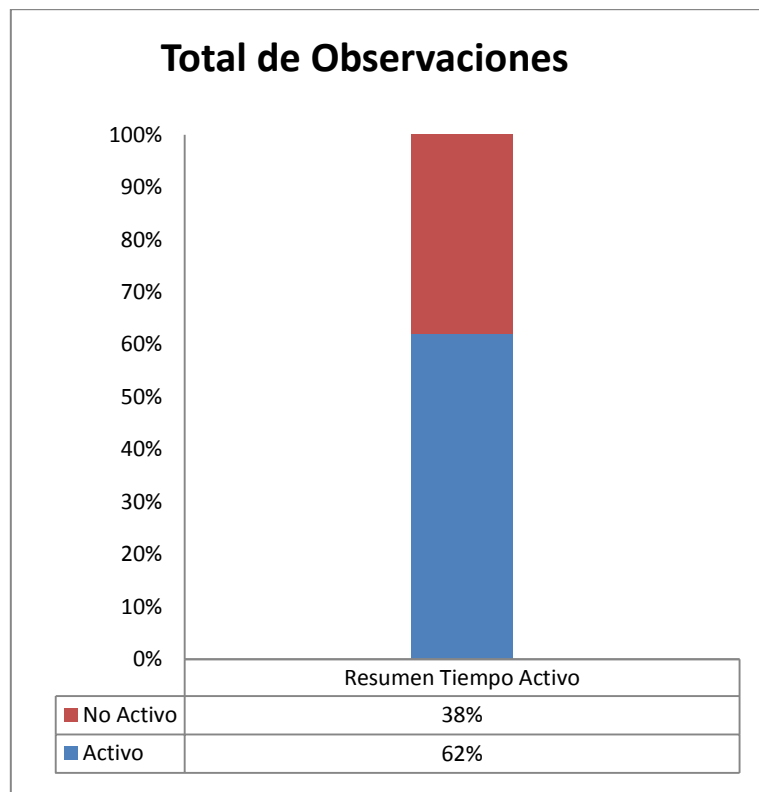


Figura 29: Gráfico promedio de tiempos activos en Cerrillos.

Al igual que en el caso del laboratorio Plaza Ercilla se calculan los porcentajes del tiempo productivo y no productivo, además de los gráficos detallando el tiempo asignado a cada actividad y cada tarea. Además se registran la cantidad de moldes acondicionados ese día.

Tabla XXV: Total de moldes producidos en Cerrillos.

Total Moldes Acondicionados
255

5.1.3. Comparación de resultados obtenidos en los laboratorios de Plaza Ercilla y Cerrillos.

Luego de registrar los datos obtenidos en cada uno de los laboratorios pertenecientes a la Sección en la Región Metropolitana, se hace necesario realizar una comparación de ambos casos para formular explicaciones y conclusiones de las observaciones registradas con cada una de las metodologías de trabajo. Las figuras 30, 31 y 32 comparan lo ocurrido en ambos laboratorios diferenciando por actividad, tarea y tiempo activo total.

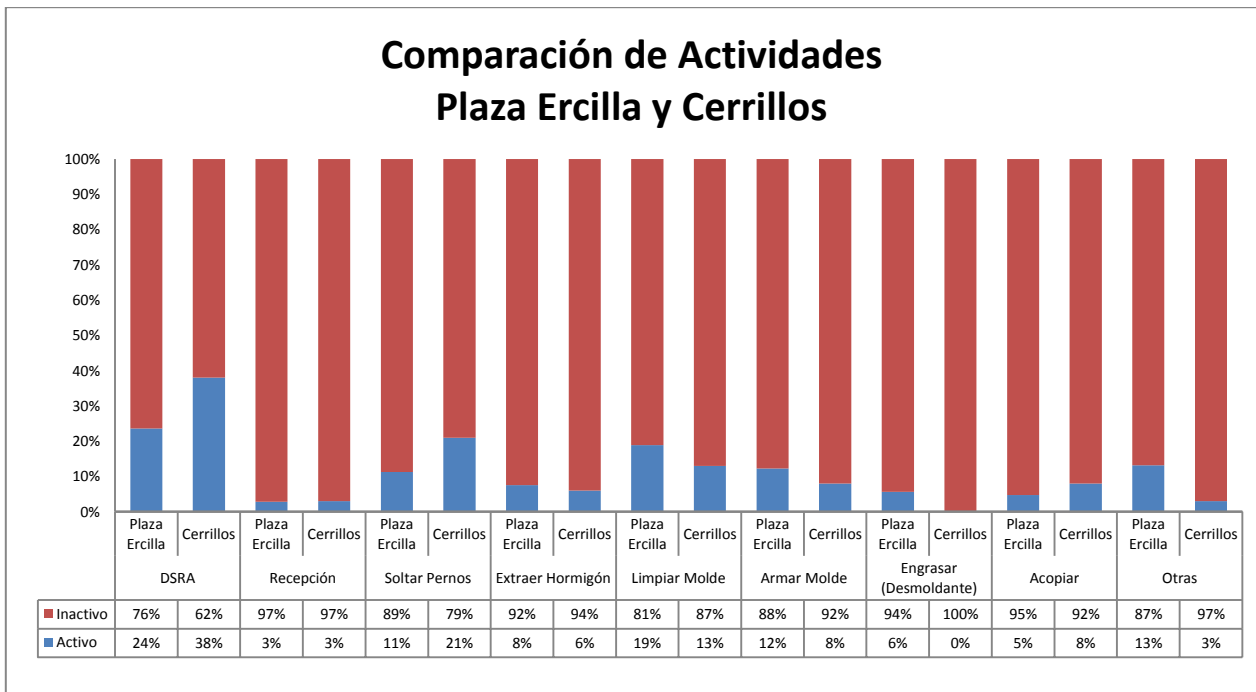


Figura 30: Comparación de los tiempos destinados a cada actividad en Cerrillos y Plaza Ercilla.

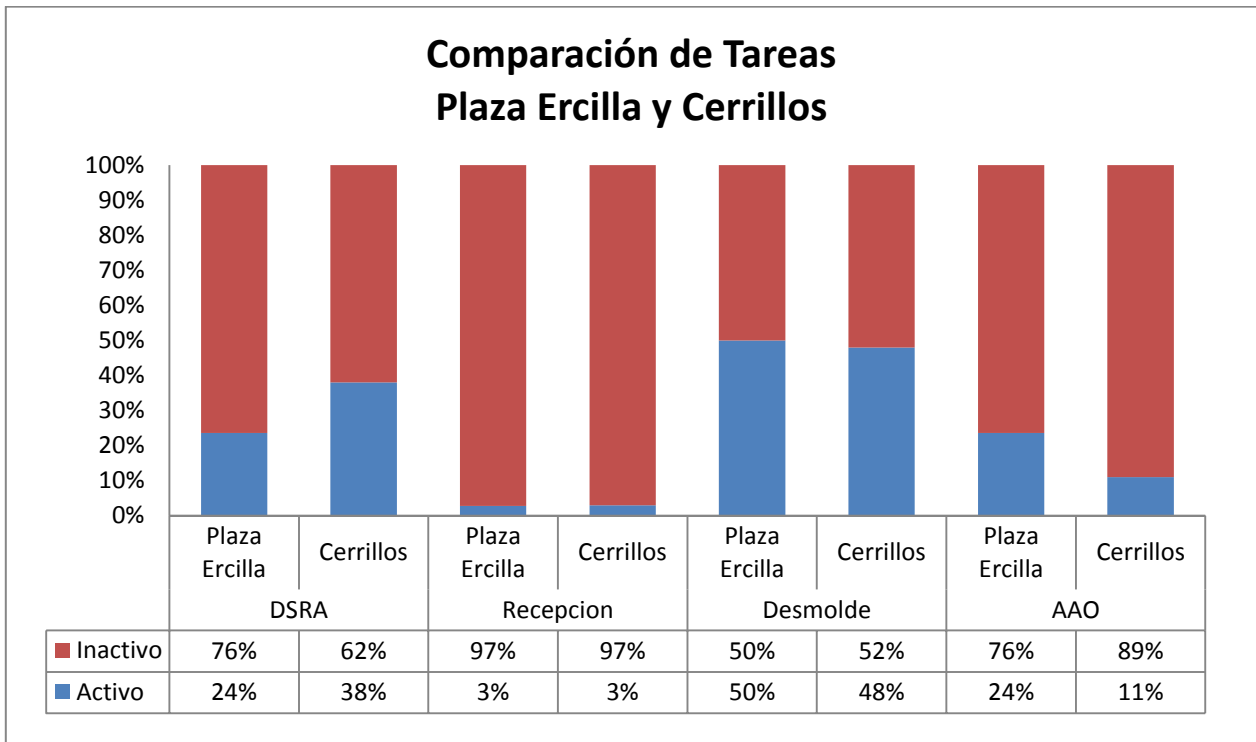


Figura 31: Comparación de los tiempos destinados a cada Tarea en Plaza Ercilla y Cerrillos.

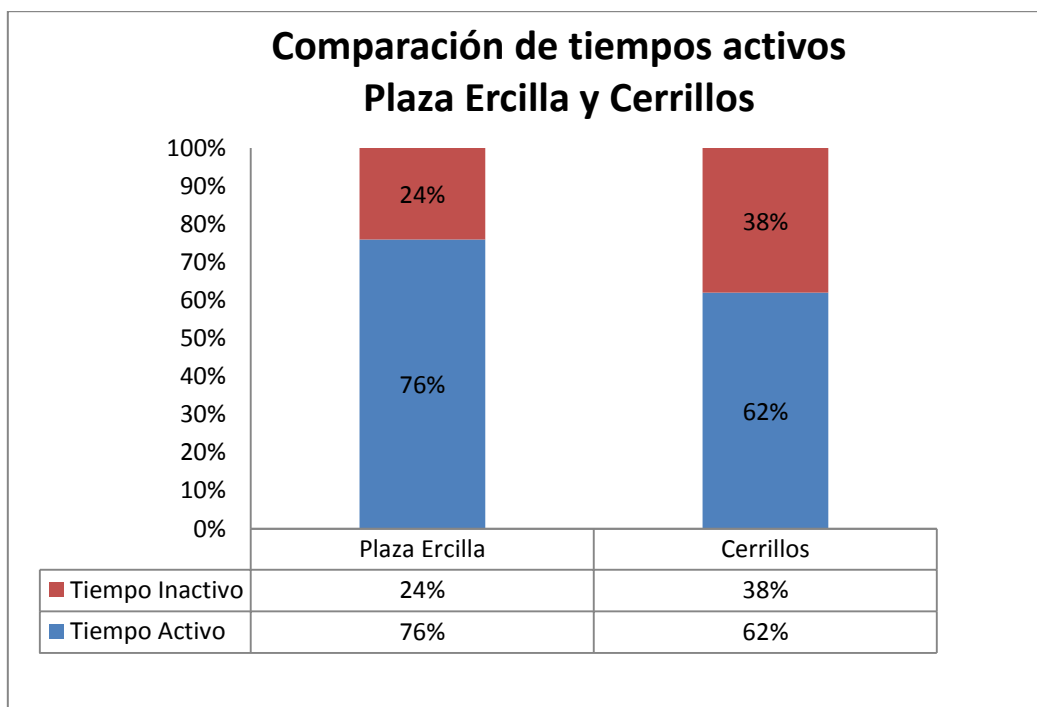


Figura 32: Comparación de los tiempos de actividad en Plaza Ercilla y Cerrillos.

Finalmente se hace necesario establecer los tiempos estándares asociados a cada laboratorio. Siguiendo lo descrito por las formulas VI, VII y VIII se realizan algunos supuestos para encontrar dichos valores. El primero de ellos está relacionado con las demoras o tiempos muertos inevitables que tienen que ver con necesidades alimenticias, servicios higiénicos, eventualidades etc. De acuerdo a la bibliografía los rangos para estos valores oscilan de acuerdo a la cantidad de horas trabajadas, concordando en que el 10% de la jornada es un valor razonable.

Para el cálculo de la tasa de ejecución se considera el porcentaje de trabajo de los “mejores operarios” de cada laboratorio, de acuerdo a los registros obtenidos en las jornadas de observaciones, por sobre el promedio de trabajo total sin considerar los horarios de colación y detenciones al inicio y final de la jornada. El valor obtenido se ajusta en promedio a los expuestos en la literatura de la bibliografía.

El detalle de los valores considerados se indica en la tabla XXVI.

Tabla XXVI: Cuantificación de variables para el cálculo del Tiempo Estándar.

Variables Tiempo Estándar	Laboratorio Plaza Ercilla	Laboratorio Cerrillos
Jornada Laboral Contemplada [min]	540	540
Tiempo Efectivo de Trabajo	76%	62%
Tasa de Ejecución	110%	107%
Demora Inevitable tep [min]	55	55
Factor de Concesión	1,11	1,11
Unidades Producidas [cantidad moldes]	197	255

Luego, los tiempos normales y estándar de cada laboratorio se presentan en la tabla XXVII.

Tabla XXVII: Detalle de tiempos normal y estándar en cada laboratorio.

Resultados de Tiempo	Laboratorio Plaza Ercilla	Laboratorio Cerrillos
Tiempo Normal [min/molde]	2,29	1,40
Tiempo Estándar [min/molde]	2,55	1,56

5.2. Disminución de Errores en la Emisión de Informes.

Considerando la gran cantidad de reclamos no formales y sin cuantificar recibidos en la Sección, por motivos de plazos en la entrega de Informes Electrónicos, además de lo expuesto en el punto 4.1.2, es que se decidió comenzar con un programa de capacitaciones en la Oficina de Gestión Administrativa, quienes son los encargados de traspasar la información recopilada en el laboratorio y terreno durante los procedimientos y ensayos al sistema interno de la División. Se apunta a corregir errores en la confección de dichos informes, disminuyendo así las correcciones asociadas, acelerando el proceso de firma y entrega al cliente. Las capacitaciones comenzaron durante el mes de abril de 2013 y se mantienen a la fecha de redacción de este documento (Junio 2014). La tabla XXVIII muestra los temas con los que se comenzaron las capacitaciones en el 2013.

Tabla XXVIII: Capacitaciones 2013

n°	Nombre de Capacitación
1	Datos Técnicos de Construcción
2	Ingreso de Boletas al Sistema
3	Emisión de Informes
4	Ingreso de Resultados

El objetivo de la primera capacitación mostrada en la tabla es familiarizar a los trabajadores con conceptos constructivos que son de uso cotidiano en el área, de modo de alcanzar una visualización de cada concepto (en general elementos estructurales o áreas físicas de trabajo) y así facilitar la interpretación del lugar de colocación del hormigón muestreado.

La segunda capacitación, está enfocada al uso del intranet de IDIEM, y busca estandarizar el procedimiento de ingreso de boletas de muestreo a la plataforma virtual. Se observó que al realizar las “capacitaciones habituales”, donde algún compañero de trabajo con mayor experiencia era el encargado entrenar al nuevo funcionario, varios temas quedan un tanto inconclusos.

La tercera capacitación, al igual que la anterior, se centra en la utilización del sistema y de los pasos a seguir para generar los informes electrónicos entregados al cliente.

La cuarta capacitación pretende formar y entregar nociones sobre los ensayos y resultados gestionados por la Sección. Se hace hincapié en unidades métricas para las magnitudes trabajadas, alcances y definición de estas magnitudes. Además se definen los pasos a seguir en el Ingreso de datos a la plataforma. La idea es filtrar la información que viene en el documento digital, antes de enviarlos para su validación y firma.

Cada una de las capacitaciones contó con el apoyo de presentaciones en el lugar de trabajo y evaluaciones por parte de los profesionales a cargo con el fin de cuantificar las falencias y atacar los puntos más débiles del grupo de trabajo.

Luego de cuatro meses (uno por cada capacitación con su respectiva evaluación) de la implementación de este reforzamiento al personal, fue necesario en el mes de Agosto comenzar a cuantificar la evolución de la calidad de las labores realizadas llevando una estadística de los errores en la emisión de informes. Se evalúan cuatro puntos en cada uno de los trabajadores y se registran diariamente los datos obtenidos durante el proceso de validación. La clasificación se detalla a continuación.

- a. Ortografía: Corresponde a errores del tipo ortográfico y acentuación.
- b. Escritura: Corresponde a errores del tipo “descuidos”, ya sea espacios demás entre palabras, duplicación de letras o palabras etc.
- c. Edades: Corresponde a errores en las edades de ensayo debido a la no confirmación o insistencia en la confirmación de edades especiales en las muestras solicitadas.
- d. Orden: Corresponde a la correcta ubicación espacial de los elementos hormigonados, distinguiendo elementos puntuales como las fundaciones o columnas, de los unidireccionales como vigas o muros, o de los bi-direccionales como losas o radier.

Durante el año 2014 el programa de capacitaciones y evaluaciones se amplió tratando de cubrir aspectos que en la marcha no se estaban cubriendo, pues la idea de la actividad es realizar una capacitación continua a los trabajadores y mejorarla constantemente.

La metodología utilizada para complementar el programa de capacitaciones en primera instancia es que los validadores de la Sección se encarguen de realizar una “revisión previa” de los informes considerando los errores frecuentes mencionados en el punto 4.6 de este documento. Luego de esto, y con los datos registrados, se realizan reuniones para reforzar los mayores problemas que presentaba el personal, situación que se observa en la figura 34, que muestra claramente que el problema principal está relacionado con la ortografía en la redacción del informe. Por esta razón se implementó la actividad de “Revisión de Planilla” que consiste básicamente en generar diariamente una planilla Excel entregada por el sistema intranet, la cual contiene todos los campos presentes en el Informe Electrónico, de esta forma se aprovechan las herramientas de autocorrección de Microsoft Office. A modo de control la planilla debe ser enviada todos los días a los validadores para registrar el cumplimiento de la actividad.

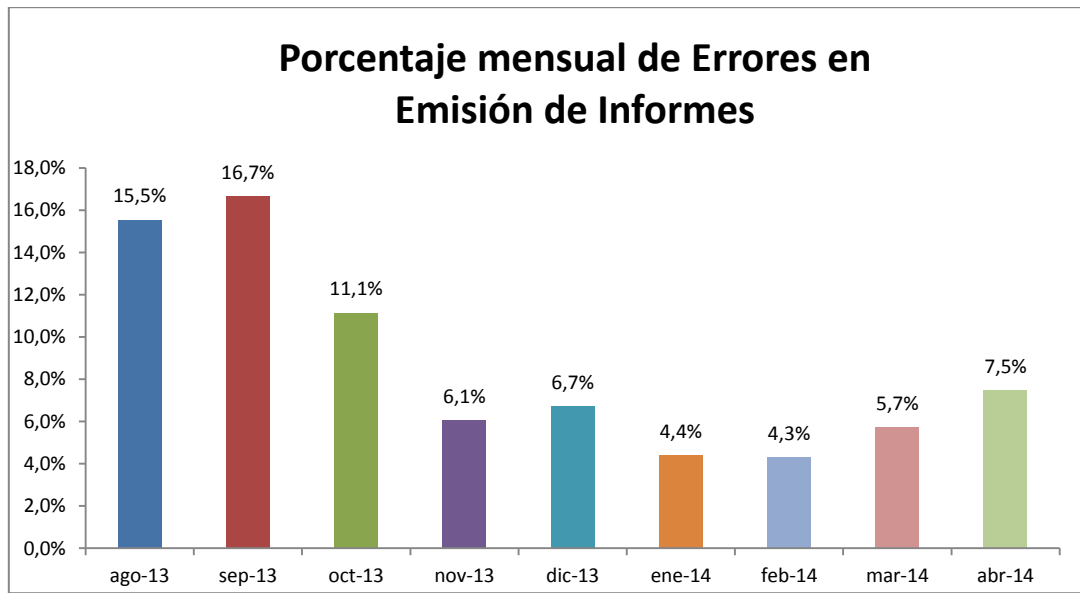


Figura 33: Evolución de la cantidad de errores en la emisión de Informes Electrónicos.

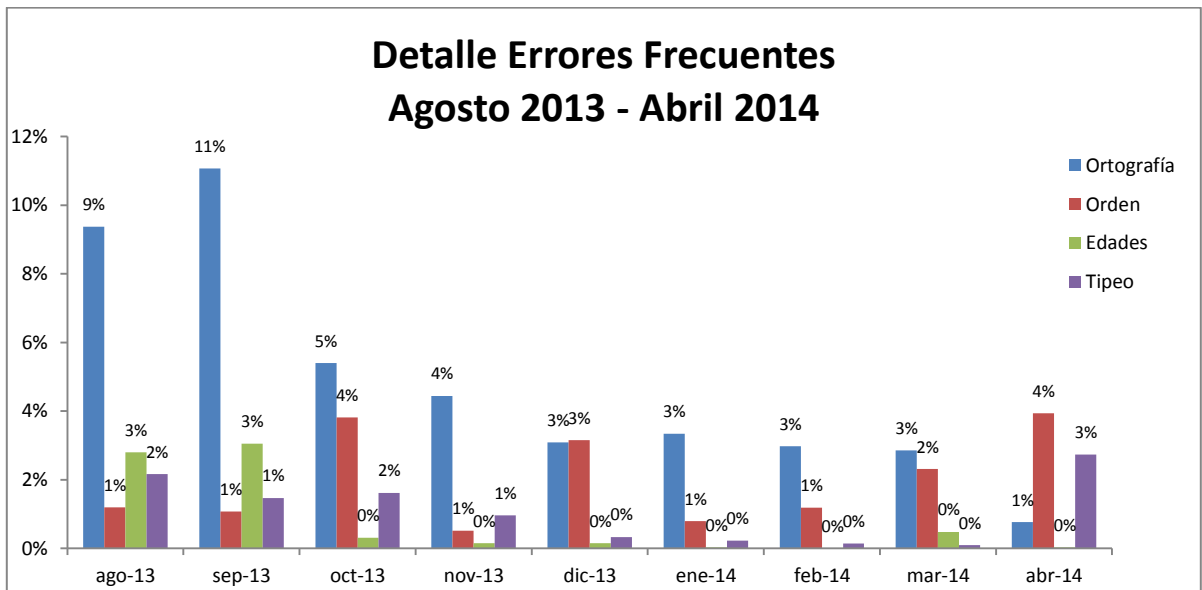


Figura 34: Evolución de la cantidad de errores en la emision de informes.

Capítulo 6

6. Análisis de Resultados y Conclusiones.

6.1. Muestreo de Trabajo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el muestreo de trabajo se observa que la incorporación de la pistola provoca grandes diferencias en la actividad 2 “Soltar pernos”, actividad que ocupa 113 [min] de la jornada diaria en el Laboratorio Cerrillos con el procedimiento convencional, y solo 59 [min] diarios en el Laboratorio Plaza Ercilla con la utilización del equipo mecánico. La tabla XXIX detalla la situación.

Tabla XXIX: Tiempo en minutos destinados por los laboratorios a cada actividad.

Código Actividad	Nombre Actividad	Tiempo Empleado en Plaza Ercilla [min]	Tiempo Empleado en Cerrillos [min]
0	DSRA	127	205
1	Recepción	15	16
2	Soltar Pernos	59	113
3	Extraer Hormigón	41	32
4	Limpiar Molde	102	70
5	Armar Molde	66	43
6	Engrasar (Desmoldante)	31	0
7	Acopiar	25	43
8	Otras	73	16

Considerando:

- Los datos del total de probetas acondicionadas en el laboratorio de Plaza Ercilla según la tabla XXI.
- Los tiempos invertidos en la actividad 2 “Soltar Pernos” para cada laboratorio de la tabla XXIX.

- Una relación lineal entre el tiempo invertido en cada Actividad y la cantidad de unidades producidas.

Se desarrolla la siguiente ecuación que relaciona lo ocurrido en Plaza Ercilla (izquierda de la expresión) y Cerrillos (Derecha de la expresión).

$$\frac{197 \text{ moldes}}{59 \text{ minutos}} = \frac{x \text{ moldes}}{113 \text{ minutos}}$$

Luego, la incorporación de la pistola en Cerrillos debería producir en promedio 377 moldes acondicionados (122 moldes más que lo registrado en el laboratorio durante las observaciones e indicado en la tabla XXV) considerando que los equipos de ambos laboratorios poseen la misma experiencia en la tarea.

Las estimaciones de aumento en la circulación de moldes se hacen restringiéndose a las “*Detenciones sin Razón Apparente*” del Laboratorio de Plaza Ercilla, que de acuerdo a la tabla XXIX corresponden a 127 [min]. Luego, el Laboratorio Cerrillos solo cuenta con 205[*min*] – 127[*min*] = 78 [*min*] libres para acondicionar moldes extra, por lo que considerando el tiempo estándar calculado para el Laboratorio de Cerrillos, se desarrolla la siguiente expresión para el cálculo de moldes adicionales.

$$\frac{78 \text{ [min]}}{1.56 \left[\frac{\text{min}}{\text{molde}} \right]} = 50 \text{ [moldes]}$$

Tabla XXX: Proyección en aumento de producción.

Número de moldes diarios	Número de moldes mensuales	Número de muestras mensuales	% de muestreo mensual
50	1100	367	11%

La tabla XXX indica que si se implementara la pistola destornilladora en Cerrillos, se puede aumentar en un 11% el nivel de servicio, lo anterior considerando una carga laboral de 22 días mensuales y un promedio de 3 probetas por muestra.

Por otro lado, se hace necesario corroborar si la dotación actual de moldes “soporta” este 11% de aumento en la rotación de moldes. Considerando:

- Dotación de moldes disponibles para la Sección en la Región Metropolitana entregado por la Tabla VIII.
- Promedio de 3100 muestras tomadas mensualmente en la Región Metropolitana que se desprende de la tabla V.
- Distribución promedio del tipo de probetas solicitadas mensualmente por los clientes mostrado en la tabla XXXI.

Se puede corroborar si es que la Sección puede satisfacer esta demanda extra de moldes.

Tabla XXXI: Distribución Mensual Promedio de Solicitud de Probetas.

Tipo de probeta	Promedio mensual
Cubos	6%
Cilindros	90%
Prismáticas	4%

Tabla XXXII: Restricciones Moldes Cilíndricos.

Promedio muestras cilíndricas tomadas mensualmente	Promedio aumento de muestras cilíndricas	Proyección aumento de muestras cilíndricas	Series cilíndricas operativas disponibles
2.790	330	3.120	3.149



Tabla XXXIII: Restricciones Moldes Cúbicos.

Promedio muestras cúbicas tomadas mensualmente	Promedio aumento de muestras cúbicas	Proyección aumento de muestras cúbicas	Series cúbicas operativas disponibles
186	22	208	1.100



Tabla XXXIV: Restricciones Moldes Prismáticos

Promedio muestras prismáticas tomadas mensualmente	Promedio aumento de muestras prismáticas	Proyección aumento de muestras prismáticas	Series prismáticas operativas disponibles
124	15	139	181



Las tablas XXXII, XXXIII y XXXIV muestran que solo con los moldes operativos es factible cumplir con las proyecciones mostradas.

Finalmente la tabla XXXV indica la proyección del nivel de servicio al implementar la mejora.

Tabla XXXV: Aumento del nivel de facturación.

Nivel de servicio últimos 17 meses	Proyección nivel de servicio
77%	88%

Se concluye que la propuesta de incorporación de una pistola destornilladora en las labores de desmolde de Cerrillos cumple con los objetivos planteados en cuanto al aumento de la productividad e ingresos en la sección, pues con la misma dotación de

horas hombre se puede obtener mayor circulación de moldes para confección de muestras. Esta situación tiene directa implicancia en el aumento del actual nivel de servicio y los ingresos generados por muestreo en la Sección.

6.2. Disminución de Errores en la Emisión de Informes Electrónicos.

La implementación de capacitación continua al personal encargado de la elaboración de informes cumple, de acuerdo a los resultados mostrados en el capítulo 5 de este documento, con el objetivo de implementar mejoras en el servicio, pues considerando el escenario inicial promedio de 16% de Informes Electrónicos con presencia de errores que se muestra en las figuras 20 y 21, la cantidad de errores en la emisión de informes disminuye entre los meses de Agosto de 2013 y Abril del 2014 en un 52%, y un 74% entre los meses de peor y mejor resultado. La tabla XXXVI resume lo mostrado durante el cuerpo de este informe y muestra la evolución porcentual desde agosto 2013 hasta abril 2014.

Tabla XXXVI: Evolución porcentual de errores últimos 9 meses.

Mes	ago-13	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14
% error	15,5	16,7	11,1	6,1	6,7	4,4	4,3	5,7	7,5

La disminución de errores en la emisión de informes mejora de dos maneras la productividad de la Sección. Por un lado los trabajadores optimizan sus tiempos al no rehacer tareas realizadas de manera deficiente en primera instancia y por otro se espera una disminución en los tiempos de firma y entrega de la documentación final al cliente siguiendo un comportamiento similar a la curva de informes con presencia de errores. Este último punto motiva a encontrar una relación entre la calidad del informe generado en primera instancia por el personal de la OGA, con los tiempos de firma y entrega de estos al cliente.

Las figuras 35 y 36 muestran a simple vista que los tiempos de firma tienen una mayor relación con la cantidad de informes electrónicos generados, que con la cantidad de errores que estos presentan. A modo de cuantificar esta afirmación se confecciona la tabla XXXVII en la que se calcula la desviación estándar de los datos normalizados según su máximo mostrados en las figuras 35 y 36.

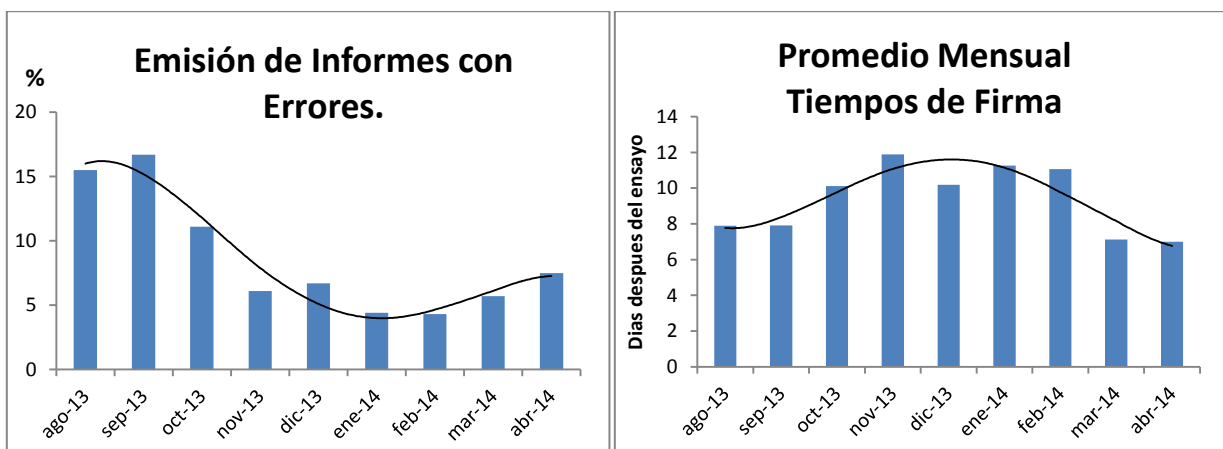


Figura 35: Comparación errores detectados en informes y tiempos de firma.

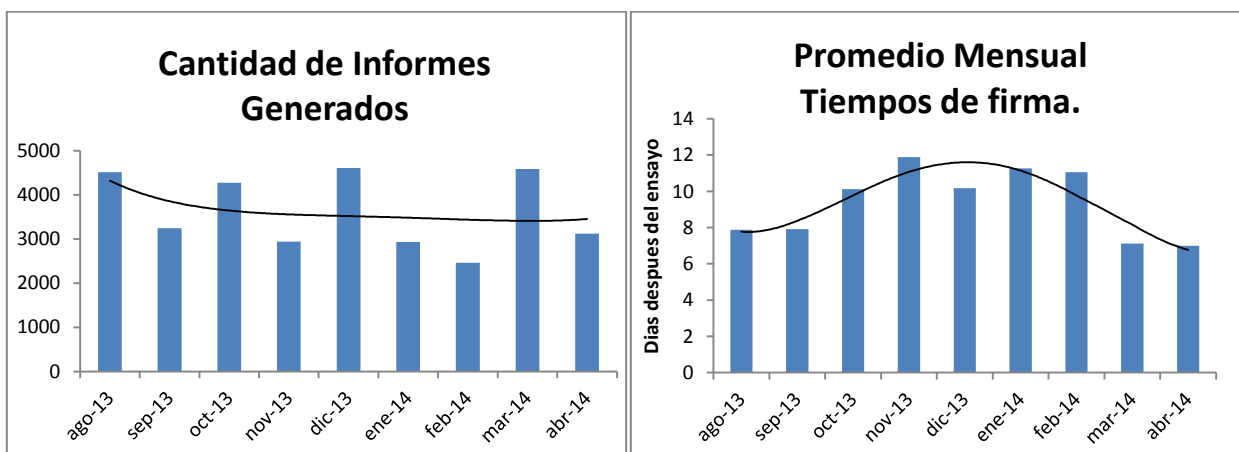


Figura 36: Comparación informes generados y tiempos de firma.

Tabla XXXVII: Desviación estándar de los parámetros de comparación normalizados.

Desviación estándar entre la emisión de informes con errores y tiempo de firma	Desviación estándar entre la cantidad de informes generados y tiempos de firma
0,45	0,27

Si bien resulta intuitiva la proporción directa entre las variables “tiempo de firma” de informes electrónicos y la “cantidad a firmar” de los mismos, se desea identificar el nivel de influencia del “porcentaje de errores detectados en la emisión de informes electrónicos” en los tiempos de firma de los mismos. Para establecer esta influencia, se normaliza cada una de las tres variables mencionadas anteriormente con respecto al máximo obtenido por cada una durante el periodo de estudio. La tabla XXXVIII presenta esta situación.

Tabla XXXVIII: Datos normalizados de Informes con error, tiempo de firma y cantidad de informes firmados.

Mes	Informes con error	Cantidad de informes firmados	Tiempo de firma
ago-13	0,93	0,98	0,66
sep-13	1,00	0,71	0,67
oct-13	0,66	0,93	0,85
nov-13	0,37	0,64	1,00
dic-13	0,40	1,00	0,86
ene-14	0,26	0,64	0,95
feb-14	0,26	0,54	0,93
mar-14	0,34	1,00	0,60
abr-14	0,45	0,68	0,59

Luego se ponderan los factores asociados a los “informes con error” y la “cantidad de informes firmados” y se comparan con los “tiempos de firma” registrados durante el periodo. La figura 37 grafica esta situación.

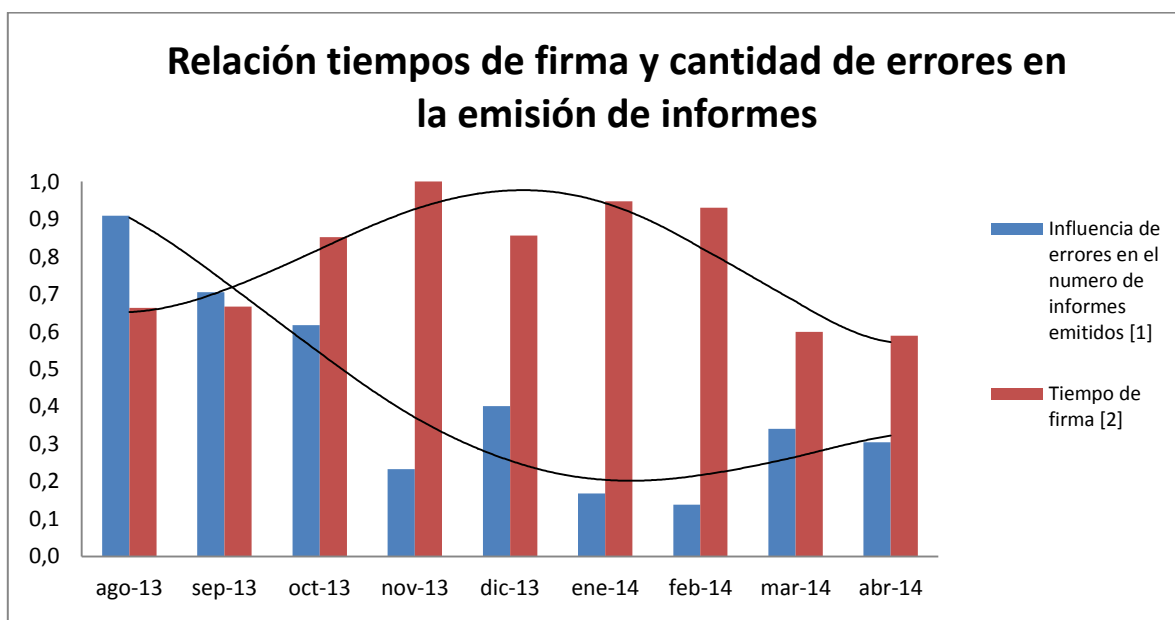


Figura 37: Influencia de la cantidad de errores en la emisión de Informes Electrónicos en los tiempos de firma.

Si bien se esperaba un comportamiento similar entre las curvas [1] y [2] de la figura 37 se observa que entre los meses de septiembre 2013 y abril 2014 no existe una relación directa entre la calidad de los informes generados en primera instancia, con los tiempos de firma y entrega de los mismos. Llama la atención lo que ocurre, por ejemplo, en el

mes de febrero, donde se generan pocos informes, con un bajo índice de error, pero sin embargo, este mes es uno de los que presenta mayor promedio en los plazos de entrega, situación que se atribuye a la carga extra de trabajo de los firmantes durante este periodo. Luego, con todos los antecedentes presentados es posible afirmar que el aumento de productividad en esta unidad de trabajo no se cumple del todo, razón por la cual se hace necesario tomar medidas en la optimización de tiempos a nivel de los profesionales firmantes.

Por otro lado, es importante notar el comportamiento decreciente hasta el mes de febrero 2014 de la figura 33 (mostrado también en la tabla XXXVI), situación que cambia a contar de marzo observándose una tendencia al alza en la generación de Informes Electrónicos con errores. Esta situación se debe al recambio e ingreso de nuevo personal en la oficina durante el mes de marzo. Para graficar la situación, la figura 38 muestra la cantidad de errores registrados durante estos meses. Se observa que mientras los antiguos trabajadores (Administrativo 1, Administrativo 2, Administrativo 3, Administrativo 7 y Administrativo 8) presentan en promedio un 5% de errores identificados, los nuevos trabajadores (Administrativo 4 Administrativo 5 y Administrativo 6) presentan un 24% de errores. Se espera que esta situación tome un comportamiento similar a la curva mostrada en la figura 33 luego de algunas semanas de inducción al personal.

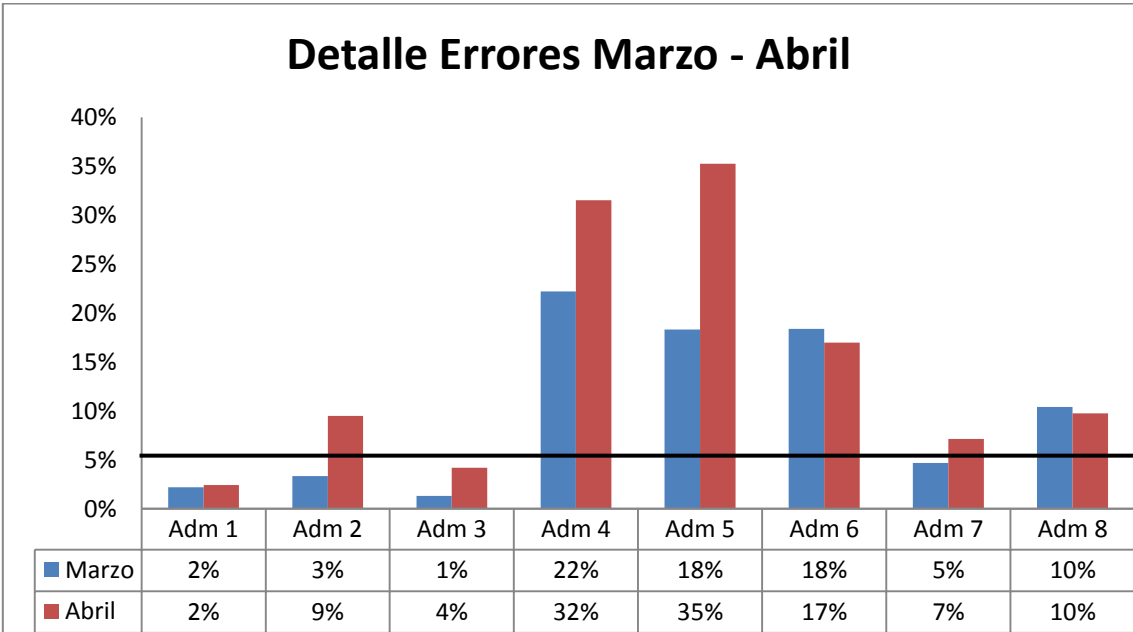


Figura 38: Porcentaje de errores según funcionario.

Los datos entregados en este punto muestran que si bien la formación del personal presenta resultados satisfactorios en su evolución temporal, se hace necesario re

diseñar el sistema de inducción del capital humano recién ingresado y de esta forma disminuir los altos promedios de errores que estos tienen asociados en los primeros meses según lo mostrado en la figura 38, los que equivalen a más de cuatro veces que el resto de los trabajadores.

6.3. Comentarios y propuestas a la DHC.

6.3.1. Procedimiento de anulación de muestras.

De acuerdo a lo mostrado en la tabla XII, en promedio el 4% del total de muestras tomadas mensualmente es anulado por daños en obra, situación que disminuye los ingresos de la División ya que al dañarse una probeta el ensayo no se realiza, y el cobro asociado a la muestra se reduce a solo una fracción del total. La tabla XXXIX entrega los costos asociados a la anulación de muestras considerando cobros parciales por daños en obra durante el periodo de estudio.

Tabla XXXIX: Costo Directo por anulación de muestras.

Promedio muestras tomadas Enero-Abril 2014	Promedio muestras anuladas Enero-Abril 2014	Disminución mensual promedio de ingresos para la División
3.217	106	\$ 2.448.000

Esta situación es reversible para el laboratorio realizando protocolos, reuniones o acuerdos entre las partes involucradas, explicitando lo importante que resulta contar con condiciones adecuadas para el curado de las probetas en obra y evitar los inconvenientes mencionados en el punto 4.4 considerando que durante el 2014 cerca del 70% de las anulaciones son adjudicadas a problemas por daños en la obra.

Por otro lado, y con la intención de corregir esta causal de anulación de muestras por daños se propone crear el cargo de “Supervisor de muestras en terreno” que se encargue no solo de controlar el lugar de curado de las probetas confeccionadas en obra, sino que también de advertir y solucionar cualquier tipo de inconvenientes que dificulte el trabajo de muestreadores y retiradores, ya sean estos temas administrativos de acceso, seguridad o técnicos.

Finalmente, y considerando la existencia de daños esporádicos atribuibles al manejo de las muestras a su llegada al laboratorio, se busca estandarizar el tratamiento correspondiente a la recepción en el laboratorio, y advertir oportunamente a los clientes este inconveniente. Adicionalmente, se crea durante el mes de julio una aplicación en el sistema intranet que permite registrar desde el laboratorio al momento de la recepción de la muestra, la anulación de la misma si esta presenta algún tipo de daño. Con este nuevo sistema se mejora la actividad considerablemente ya que se ganan seis días en

la entrega de información al cliente mediante la “Carta de Anulación” mencionada en el Capítulo 4.

6.3.2. Distribución del trabajo en los laboratorios Región Metropolitana.

Actualmente el retiro de muestras en obra contempla su posterior distribución a los laboratorios de Plaza Ercilla y Cerrillos. Esta operación se realiza en dos viajes; uno aproximadamente a medio día, y el segundo al finalizar el programa diario de retiro. Debido a que la distribución de las muestras en ambos laboratorios se realiza según el cliente, se generan pasos obligados por ambos laboratorios en cada una de las entregas diarias con la respectiva inversión de tiempo y recursos que generan estos traslados.

Esta situación se puede mejorar si es que se lleva a cabo la implementación de un Laboratorio Central, que reemplace las operaciones llevadas en Plaza Ercilla y Cerrillos a un único laboratorio de ensayo. Lo anterior implica ahorros de tiempo considerable en el traslado de probetas por parte del personal de retiro, situación que se detalla en las tablas XL, XLI y XLII.

Tabla XL: Detalle de Tiempos estimados por viaje en las labores de Retiro de Probetas de Obra.

Zona	Cantidad de moldes por viaje		Tiempo de traslado al laboratorio [min]	
	Cerrillos	Plaza Ercilla	Cerrillos	Plaza Ercilla
Centro-Poniente	27	23	31	38
Sur	17	15	26	35
Norte	17	15	44	47
Oriente	26	23	47	12
Sur-Oriente	24	21	29	18

Tabla XLI: Tiempos obligados de descarga y traslado.

Tiempo de descarga por laboratorio [min]	Tiempo de traslado entre laboratorios [min]
10	15

Tabla XLII: Comparación de los tiempos de viaje con la actual distribución de laboratorios y la fusión de ambos.

Zona	Tiempo con dos laboratorios [min]	Tiempo con un laboratorio [min]	Disminución en tiempos de traslado
Centro-Poniente	56	48	14%
Sur	51	45	11%
Norte	72	57	21%
Oriente	37	22	41%
Sur-Oriente	43	28	35%

La tabla XLII muestra que se generan disminuciones de hasta un 40% en los tiempos de traslado del personal de retiro en la zona oriente, lugar que presenta la mayor demanda de trabajo de acuerdo a la figura 17 y de un 25% promedio de todas las zonas. Considerando:

- El tiempo de traslado diario de probetas corresponde aproximadamente al 38% de la jornada laboral (3 horas).
- Las disminuciones en tiempos de traslado mostrado en la tabla XLII

Se puede estimar una disminución en las horas extra asignadas al personal diferenciado por zona

Tabla XLIII: Reducción de Horas extra por zona.

Zona	Disminución de horas extra
Centro-Poniente	5%
Sur	4%
Norte	8%
Oriente	16%
Sur-Oriente	13%

La redistribución de los laboratorios en la Región Metropolitana permite mejorar los tiempos de traslado de probetas de acuerdo a lo mostrado en los párrafos anteriores. Esta situación debe aprovecharse para aumentar la productividad ya sea por medio de la disminución de costos de operación debido a la disminución de horas extra o aumentar el retiro de probetas con los actuales índices de horas-hombre.

Otro beneficio de la fusión de laboratorios está relacionado con los costos asociados a combustible que se detallan en la tabla XLIV.

Tabla XLIV: Detalle de ahorro en combustible en los vehículos destinados a operación de terreno.

Distancia entre laboratorios [km]	Rendimiento camión [km/L]	Total camiones	Precio combustible [\$]	Gasto diario por camión [\$]	Total ahorro anual [\$]	Gasto anual promedio combustible [\$]
20	8	5	688	\$ 8.600	\$ 2.270.400	\$ 21.600.000

Luego, de acuerdo a los datos entregados por la tabla XLIV la fusión de laboratorios implica una reducción del 11% en combustible para la unidad.

Glosario.

DHC: División Hormigones Control.
SHM: Sección Hormigones Muestreo
UHL: Unidad Hormigones Laboratorio
UHT: Unidad Hormigones Terreno
OGA: Oficina de Gestión Administrativa

Capítulo 7

7. Bibliografía.

Josefa García Mestanza (1997): *Calidad total*

Roberto García Criollo (1998): *Estudio del Trabajo.*

NCh170.Of1985: *Hormigón – Requisitos Generales.*

NCh171.Of1975: *Hormigón – Extracción de muestras de hormigón.*

NCh1017.Of2009: *Hormigón – Confección en obra y curado de probetas para ensayos de compresión, tracción por flexión y por hendimiento.*

NCh1019.Of2008: *Hormigón – Determinación de la docilidad – Método del asentamiento de Abrams.*

NCh1037.Of2009: *Hormigón - Ensayo de compresión de probetas cubicas y cilíndricas.*

NCh1038.Of2009: *Hormigón – Ensayo de tracción por flexión.*

NCh1172.Of2010: *Hormigón – Refrentado de probetas.*

NCh1934.Of 2002: *Hormigón preparado en central hormigonera*

NCh-ISO17025.Of205: *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.*

SSO-Manual 2: *Manual de calidad de los laboratorios de ensayo y calibración.*

Sitio web IDIEM: www.idiem.cl

ANEXOS

Documentos y Registro Oficiales.

fcfm		LISTA DE ENSAYO PROBETAS CUBICAS																			ldiem	
N°	N° Informe	Vel. Carg	N° Muestra	Cod. Prob.	Edad	N° Molde	Peso (kg)	a1 (mm)	a2 (mm)	b1 (mm)	b2 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	h4 (mm)	Humeda		Carga max Cntris (KN)	Carga max Toni (KN)	R.N. (MPa)	Ens	
																H	S					
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						

Figura 39: Formato "Lista de Ensayo Cubos", documento que registra los ensayos mecánicos de las probetas cubicas en el laboratorio y que son ingresados al sistema por la OGA.

fcfm		LISTA DE ENSAYO PROBETAS PRISMATICAS																	ldiem	
N°	N° Informe	Vel. Carg	N° Muestra	Cod. Prob.	Edad	N° Molde	Peso (Kg)	Largo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Humeda		Luz Ens (mm)	Carga max Toni (KN)	Resist Nom (MPa)	Cubo mod Toni (KN)	Resist N Cubo Mod	Ensy		
											H	S								
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				

Figura 40: Formato "Lista de Ensayo Prismáticas", documento que registra los ensayos mecánicos de las probetas prismáticas en el laboratorio y que son ingresados al sistema por la OGA.

N°	N° Informe	Vel. Carg.	N° Muestra	Cod. Prob.	Edad	N° Molde	Peso (Kg)	d1 (mm)	d2 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	Humeda		Carga max Cntrís (KN)	Carga max Toni (KN)	R.N. (MPa)	Ensy
												H	S				
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	

Figura 41: Formato "Lista de Ensayo Cilíndricas", documento que registra los ensayos mecánicos de las probetas cilíndricas en el laboratorio y que son ingresados al sistema por la OGA.

N°	N° Informe	N° Muestra	Cod Prob	Edad	Peso (Kg)	Largo A (mm)	Largo B (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Densidad (Peso/0.000256) (Kg/dm ³)	Carga Flexotracción (KN)	Resistencia Flexión (Kg/cm ²)	Carga comp 1 (KN)	Carga comp 2 (KN)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Ensayador 1	Ensayador 2
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	

Figura 42: Formato "Lista de Ensayo Rilem", documento que registra los ensayos mecánicos de las probetas Rilem en el laboratorio y que son ingresados al sistema por la OGA.

<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">NUMERO INTERNO</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"> </td> </tr> </table>				NUMERO INTERNO	
NUMERO INTERNO					
ANTECEDENTES GENERALES					
OBRA _____	CODIGO OBRA _____				
DIRECCION _____ N° _____	MUESTRA N° _____				
COMUNA _____	INFORME N° _____				
CONTRATISTA _____	HORA LLEGADA _____ HORA SALIDA _____				
SOLICITANTE _____	CORRELATIVO _____ N° PEDIDO _____				
ANTECEDENTES DEL HORMIGÓN / MORTERO					
HORMIGÓN / MORTERO CONFECCIONADO POR:					
<input type="checkbox"/> PETREOS	<input type="checkbox"/> READY MIX	<input type="checkbox"/> MELON	<input type="checkbox"/> TECNOMIX		
<input type="checkbox"/> TRANSEX	<input type="checkbox"/> PLANTA EN OBRA	<input type="checkbox"/> BSA	<input type="checkbox"/> OTRO _____		
CAMION N° _____	GUJA N° _____	CANT m ³ _____	PLANTA _____		
COD. PRODUCTO _____		GRADO/TIPO _____	SALIDA PLANTA _____		
ADITIVO(S) COLOCADOS EN OBRA _____		CANT m ³ _____	LLEGADA A OBRA _____		
COMPACTACION EN OBRA <input type="checkbox"/> VIBRADO <input type="checkbox"/> APISONADO <input type="checkbox"/> OTRA _____					
COLOCADO EN _____					
ANTECEDENTES DEL MUESTREO					
FECHA MUESTREO ____/____/20__	HORA _____	EJECUCION DE ENSAYO ____/____/____			
TEMPERATURA AMBIENTE _____ °C	TEMPERATURA DE LA MEZCLA _____ °C				
SUPERFICIE SUPERIOR HORMIGÓN MOLDEADO SE INCLINA CON UNA DIFERENCIA MENOR A 5 CM <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO					
ASENTAMIENTO _____ cm					
PROBETA EMPLEADA	CUBO 15 _____	CUBO 20 _____	N°S _____		
VIGA _____	RILEM _____	CILINDRO _____			
COMPACTACION DE MUESTRA <input type="checkbox"/> VIBRADA <input type="checkbox"/> APISONADA <input type="checkbox"/> OTRA _____					
CURADO DE PROBETAS EN OBRA <input type="checkbox"/> CUBIERTA PLASTICA <input type="checkbox"/> SOL <input type="checkbox"/> SOMBRERA					
<input type="checkbox"/> CISA-Tª Agua _____ °C <input type="checkbox"/> CAJÓN DE CURADO <input type="checkbox"/> OTRA _____					
N° CISA _____					
MUESTRA SE EXTRAE A _____ m ³ DESCARGADOS		MIXERO (INICIALES, V° B°) _____			
HORA INICIO DESCARGA _____					
NOTA: MANTENER LAS CONDICIONES DE CURADO Y CUIDADO DE LAS PROBETAS, ASÍ COMO TAMBIÉN, LOS DATOS POR PERDIDA O DESAPARICIÓN DE ALGUNA MOLDE O EQUIPO DURANTE SU PERMANENCIA EN OBRA, SON DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LA CONSTRUCTORA.					
OBSERVACIONES: MIXERO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO RESP. OBRA <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO INSPECTOR IDEM <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO					
DESCRIPCION: _____		EQUIPOS UTILIZADOS			
_____		CONO N° _____	_____		
_____		TERMOMETRO N° _____	_____		
_____		HURINCHA N° _____	_____		
_____		MOTOR VIBRADOR N° _____	_____		
_____		SONDA N° _____	_____		
RESPONSABLE EN OBRA _____		FIRMA _____			
_____		INSPECTOR IDEM _____			
_____		FIRMA _____			
REV _____					
SIM-FOR-005 Versión 02					
www.idem.cl - Fono: Santiago (56-2) 878 4172 - Coquimbo (56-51) 233 916 - Valparaíso (56-32) 518 150 - clientemuestreo@idem.cl					

Figura 43: La "Boleta de muestreo" es el documento que tiene asociada cada muestra tomada y cuyos campos son completados por el muestreador.

ldiem		DIA	MES	AÑO	RETIRO DE MUESTRAS		PATENTE VEHICULO	E. NORTE	E. SUR	E. ORIENTE	E. PONIENTE	E. CENTRO	E. SURORIENTE							
DIA	N° MUESTRA	N° DE MOLDES	PROBETAS				Estado Probeta	N° Pícolna	Hora Retiro	DIRECCION	Correlativo	Fecha de Muestreo	HORMIGONERA							
			CUBO	VIGA	CIL.	RILEM							PT	BC	HN	ML	RM	TC	TX	PR
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
OBSERVACIONES :									Muestras Asignadas			Estado de Probetas			4.- Perdida Total					
									Muestras Retiradas :			1.- Dañadas en obra			5.- Perdida Parcial					
									Muestras Pendientes:			2.- Movidas en obra			6.- Bajo agua					
									Revisado por :			3.- Tapadas-cubiertas			7.- Obra cerrada					

Figura 44: La “Hoja de Retiro” de muestras, corresponde al registro diario de las muestras retiradas

Tabla XLV: Detalle de los resultados del muestreo de trabajo en Plaza Ercilla.

Numero Observación	Hora	Actividad Operario 1	Actividad Operario 2
1	11:00:22	6	4
2	11:01:45	6	4
3	11:16:01	7	5
4	11:35:29	6	8
5	11:43:51	6	8
6	11:47:46	0	0
7	11:57:31	8	8
8	12:14:41	4	0
9	12:44:24	3	8
10	13:16:47	1	0
11	13:27:46	4	8
12	13:33:43	2	8
13	13:38:05	3	7
14	13:45:38	4	7
15	14:21:27	4	2
16	14:38:45	2	5
17	14:41:47	3	0
18	14:54:25	2	0
19	14:55:13	0	0
20	14:58:00	4	0
21	15:14:21	0	0
22	15:33:21	0	0
23	15:46:18	4	2
24	15:49:12	6	5
25	15:56:23	0	0
26	16:29:46	4	2
27	16:32:34	4	3
28	16:51:17	2	5
29	16:57:11	5	0
30	16:58:44	5	8
31	17:02:54	5	1
32	17:03:55	5	5
33	17:12:00	2	4
34	17:37:55	2	2
35	17:40:58	2	5
36	17:44:51	3	8
37	17:48:27	5	7
38	17:48:40	4	4
39	17:56:01	5	4
40	17:59:29	0	0
41	18:14:26	4	4

Numero Observación	Hora	Actividad Operario 1	Actividad Operario 2
42	18:18:08	1	4
43	18:31:04	3	8
44	18:34:29	4	7
45	18:45:21	3	4
46	19:01:04	0	0
47	19:10:10	8	8
48	19:14:33	8	8
49	19:23:50	4	0
50	19:33:58	3	2
51	19:56:39	5	6
52	20:12:58	0	0
53	20:33:21	0	0

Tabla XLVI: Detalle de los resultados del muestreo de trabajo en el Laboratorio Cerrillos.

Numero Observación	Hora	Actividad Operario 1	Actividad Operario 2
1	11:11:49	0	0
2	11:23:17	0	0
3	11:29:11	0	0
4	11:40:40	0	0
5	11:41:33	1	0
6	11:53:12	3	0
7	12:09:13	8	0
8	12:15:09	8	0
9	12:41:23	0	0
10	12:58:13	2	2
11	13:09:46	2	0
12	13:14:00	7	4
13	13:18:27	0	0
14	13:30:10	3	4
15	13:34:30	2	4
16	13:36:27	3	5
17	13:41:06	2	7
18	14:32:11	2	4
19	14:34:44	5	2
20	14:50:28	0	0
21	14:59:11	2	7
22	15:13:05	5	4
23	15:26:37	7	8

Numero Observación	Hora	Actividad Operario 1	Actividad Operario 2
24	15:48:17	0	0
25	15:50:38	0	0
26	15:57:21	0	0
27	16:00:22	0	0
28	16:12:44	0	0
29	16:32:34	4	0
30	16:50:19	2	0
31	16:58:14	4	0
32	16:58:32	3	0
33	17:12:35	2	7
34	17:18:41	4	2
35	17:25:00	1	2
36	17:29:31	2	5
37	17:29:48	2	5
38	17:31:05	4	2
39	17:31:38	4	2
40	17:41:50	0	2
41	18:12:21	2	4
42	18:29:55	2	4
43	18:36:13	3	5
44	18:51:16	2	4
45	19:10:40	4	2
46	19:29:41	5	7
47	19:34:36	2	3
48	19:38:00	5	7
49	19:57:58	5	1
50	20:06:44	7	7
51	20:12:45	0	0
52	20:37:23	0	0
53	20:38:33	0	0