

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**DIAGNÓSTICO PRODUCTIVO E IDENTIFICACIÓN DE MEJORAS EN LOS  
PROCESOS DE GESTIÓN Y PROVISIÓN DEL SERVICIO DEL LABORATORIO  
DE HORMIGÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL COMAHUE**

**Proyecto Integrador Profesional  
presentado por**

**GIULIANA BELÉN CELESTE GUARNUCCIO**

ante la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue  
para acceder al título de

**INGENIERA CIVIL**

Dirección:

Director Mg. Ing. Juan Manuel RUBINO  
Codirectora Dra. Ing. Anabel APCARIAN

Año 2023

## **Agradecimientos**

A Dios, por sostenerme y guiarme.

A mis Padres: Ana y Daniel, por ser mis pilares, por acompañarme en todo este camino, por confiar en mí y alentarme.

A mi director de tesis: Juan Manuel, por su guía, dirección y acompañamiento.

A mi codirectora: Anabel, por su acompañamiento, aliento y codirección.

Al personal del Laboratorio de Ingeniería Civil, en especial Anabel y Omar, por abrirme las puertas del laboratorio para realizar este proyecto.

A todos los que me acompañaron durante el trayecto de la carrera, por ser parte del camino.

## Resumen

En el Laboratorio de Hormigón de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue se llevan a cabo actividades académicas, ensayos que se realizan en el marco del desarrollo de materias de la carrera de Ingeniería Civil; y de transferencia y prestación de servicios al medio socio productivo, principalmente ensayos requeridos por empresas de la región.

El objeto del presente trabajo es realizar un diagnóstico productivo de la situación actual del laboratorio, identificar oportunidades y objetivos de mejora, las acciones necesarias para lograrlos y confeccionar un plan de acciones de mejora. Se busca también realizar una evaluación del sistema de gestión actual del laboratorio con respecto al grado de cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015.

Desde el desarrollo conceptual de la filosofía japonesa Kaizen, se enfoca en la mejora continua de los procesos del laboratorio para los ensayos sobre hormigón endurecido y para las actividades de laboratorio vinculadas a la formación académica de grado de estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil en el cursado de las asignaturas Tecnología del Hormigón 1 y Tecnología del Hormigón 2, así como también se alcanzan procesos relacionados con la investigación en laboratorio de nuevos materiales.

El esquema metodológico contempla la realización de un diagnóstico productivo en las instalaciones del laboratorio con recorridos y relevamiento in situ, entrevistas con personal de referencia y responsables del Laboratorio, el procesamiento, análisis y estudio en gabinete de lo relevado, y el trabajo conjunto con el personal de laboratorio para la determinación de las acciones de mejora y conclusiones de cierre.

Finalmente, se expondrán los resultados de este Proyecto Integrador Profesional, que contendrá las oportunidades de mejora, problemas identificados, objetivos de mejora, plan de acciones de mejora y estado de cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015

Se espera que este trabajo contribuya a la mejora productiva y optimización de los procesos del laboratorio con una mirada basada en la *Mejora Continua* de sus procesos.

Palabras claves:

Laboratorio de Hormigón – Gestión – Diagnóstico – Productividad – Mejora Continua – Kaizen

## **Abstract**

In the Concrete Laboratory of the Faculty of Engineering of the Universidad Nacional del Comahue, academic activities are carried out, tests that are carried out within the framework of the development of subjects of the Civil Engineering career; and transfer and provision of services to the socio-productive environment, mainly tests required by companies in the region.

The purpose of this work is to make a productive diagnosis of the current situation of the laboratory, identify opportunities and objectives for improvement, the necessary actions to achieve them and prepare an improvement action plan. It also seeks to make an evaluation of the current management system of the laboratory with respect to the degree of compliance with the requirements of ISO 9001:2015.

From the conceptual development of the Japanese Kaizen philosophy, it focuses on the continuous improvement of the laboratory processes for tests on hardened concrete and for the laboratory activities linked to the academic training of students of the Civil Engineering career at the completed the subjects Concrete Technology 1 and Concrete Technology 2, as well as processes related to the laboratory research of new materials.

The methodological scheme contemplates the realization of a productive diagnosis in the laboratory facilities with tours and survey in situ, interviews with reference staff and those responsible for the Laboratory, the processing, analysis and study in the office of the surveyed, and the joint work with the laboratory personnel to determine improvement actions and closing conclusions.

Finally, the results of this Professional Integrator Project will be presented, which will contain improvement opportunities, identified problems, improvement objectives, improvement action plan and status of compliance with the requirements of the ISO 9001:2015 Standard.

It is expected that this work contributes to the productive improvement and optimization of laboratory processes with a look based on the Continuous Improvement of its processes.

### **Key Words:**

Concrete Laboratory – Management – Diagnosis – Productivity – Continuous Improvement – Kaizen

## Contenido

Agradecimientos .....	ii
Abstract .....	iv
Simbología.....	x
Capítulo 1: Introducción.....	1
1.1. Contexto.....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.3. Metodología.....	2
1.4 Estructura del documento .....	3
Capítulo 2: Fundamentos teóricos.....	4
2.1 Generalidades del hormigón-resistencia .....	4
2.1.1 Desarrollo de la resistencia .....	5
2.1.2 Ensayo de compresión .....	6
2.2 Tecnologías de gestión.....	9
2.2.1 Generalidades .....	9
2.2.2 Diagnóstico productivo .....	10
2.2.3 Filosofía KAIZEN.....	10
2.2.4 Método de las 5 S.....	12
2.2.5 Calidad.....	14
2.2.6 Mantenimiento Total de la Producción (TPM).....	14
2.2.7 Tiempo de entrega .....	16
2.2.8 Herramientas básicas para el control de la calidad QC7.....	16
2.2.9 Layout o Disposición en Planta .....	16
2.2.10 Estudio del Trabajo .....	17
2.2.11 Pérdidas de producción .....	18
2.2.12 Matriz FODA.....	19
2.2.13 Análisis de Causas .....	20
2.3 Empleo de las técnicas de gestión en la práctica profesional.....	21
2.4 Norma Internacional ISO 9001:2015.....	23
2.4.1 ¿Qué es ISO? .....	23
2.4.2 Principios de la gestión de la calidad .....	23
2.4.3 Relación de los capítulos de la norma con el ciclo PDCA .....	23
Capítulo 3: Análisis de la situación actual del laboratorio .....	25
3.1 Descripción general.....	25

3.2 Informe de diagnóstico .....	25
3.2.1 Introducción .....	25
3.2.2 Reseña del Laboratorio .....	25
3.2.3 Diagnóstico de situación productiva y Oportunidades de Mejora .....	31
3.3 Grado de cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015.....	54
3.4 Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) .....	65
3.5 Situaciones problemáticas relevadas y causas asociadas .....	67
3.6 Determinación de los objetivos de mejora .....	72
3.8 Plan de acciones de mejora .....	73
Capítulo 4: Resultados .....	77
4.1 Resultados del diagnóstico productivo .....	77
4.1.1 Oportunidades de Mejora.....	77
4.1.2 FODA .....	78
4.1.3 Situaciones problemáticas .....	78
4.1.4 Objetivos de Mejora.....	79
4.1.5 Plan de Acciones de Mejora.....	79
4.1.6 Relevamiento del grado de cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015 .....	79
4.2 Resultados esperados luego de la implementación del plan de acciones de mejora .....	81
Capítulo 5: Conclusiones .....	83
Bibliografía .....	84
Apéndices.....	86
Apéndice A .....	86
Apéndice B .....	95

## Índice de Figuras:

Figura 1: Componentes del concreto. Figura tomada de Diseño y control de las mezclas de concreto (p.1), por S. Kosmatka, et al Steven, 2004, ACI.....	4
Figura 2: Requisito para el diseño por resistencia de estructuras de hormigón. Imagen tomada de Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón (p.197) por INTI, 2005 .....	5
Figura 3: Resistencia del hormigón en función del tiempo. Figura tomada de Diseño y control de las mezclas de concreto (p.6), por S. Kosmatka, et al Steven, 2004, ACI.....	6
Figura 4: Acondicionamiento de altura mediante discos metálicos. Foto tomada durante el ensayo de compresión. ....	8
Figura 5: Rotura de la probeta de hormigón al alcanzar la carga de rotura. Foto tomada durante el ensayo de compresión .....	9
Figura 6: Ciclo PDCA.....	11
Figura 7: Método de las 5 S. Figura tomada de 5 S Guía de buenas prácticas de implementación (p.7), Rosso, Julián; Gariglio, Alejandro, INTI.....	13
Figura 8: Esquema integral del método de las 5S. Figura tomada de: 5S Guía de buenas prácticas de implementación de 5S. Rosso, Julián; Gariglio, Alejandro. (p.16). INTI.....	13
Figura 9: TPM .....	15
Figura 10: Técnicas que componen el estudio del trabajo. Figura tomada de Introducción al estudio del trabajo. (p.20) Kanawaty, George. Oficina Internacional del Trabajo .....	18
Figura 11: FODA .....	20
Figura 12: Diagrama de Ishikawa. Figura tomada de "¿Qué es el control de la calidad total" de Kaoru Ishikawa .....	21
Figura 13: Sistema de Gestión de la Calidad.....	24
Figura 14: Ubicación de la Universidad Nacional del Comahue dentro de la Ciudad de Neuquén .....	26
Figura 15: Vista aérea de la Universidad Nacional del Comahue .....	27
Figura 16: Vista aérea del Laboratorio de Ingeniería Civil .....	27
Figura 17: Vista del Laboratorio de Ingeniería Civil .....	28
Figura 18: Folleto de promoción de los servicios que ofrece el Laboratorio. Figura tomada del folleto del Laboratorio .....	29
Figura 19: Folleto de promoción de los servicios que ofrece el Laboratorio. Figura tomada del folleto del Laboratorio .....	30
Figura 20: Organigrama de Facultad de Ingeniería. Imagen de elaboración propia basada en documentación provista por el laboratorio.....	32
Figura 21: Listado de Equipamiento del Laboratorio. Figura tomada del registro provisto por el Laboratorio.....	35
Figura 22: Listado de Equipamiento del Laboratorio. Figura tomada del registro provisto por el Laboratorio.....	36
Figura 23: Boceto del Laboratorio de Ingeniería Civil actual .....	37
Figura 24: Plano de la Planta Baja del proyecto. Figura tomada de los planos oficiales del proyecto .....	38
Figura 25: Plano del Entrepiso del proyecto. Figura tomada de los planos oficiales del proyecto .....	39

Figura 26: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil .....	41
Figura 27: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil .....	41
Figura 28: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil .....	42
Figura 29: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil .....	42
Figura 30: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil .....	43
Figura 31: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil .....	43
Figura 32: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil .....	44
Figura 33: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil .....	44
Figura 34: Planilla: "Control de Probetas". Figura tomada del registro que utiliza el laboratorio .....	46
Figura 35: Diagrama de flujo del proceso completo parte A .....	47
Figura 36: Figura 32: Diagrama de flujo del proceso completo, parte B .....	48
Figura 37: Plan de contingencia. Figura tomada del Plan de Contingencia del Laboratorio .....	52
Figura 38: Cantidad de oportunidades de mejora identificadas por área .....	77
Figura 39: Gráfico del estado de cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015 por capítulo.....	81

## Índice de tablas

Tabla 1: Distribución de puestos.....	33
Tabla 2: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 4 de la Norma ISO 9001:2015	55
Tabla 3: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 5 de la Norma ISO 9001:2015	56
Tabla 4: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 6 de la Norma ISO 9001:2015	57
Tabla 5: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 7 de la Norma ISO 9001:2015	58
Tabla 6: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 7 de la Norma ISO 9001:2015	59
Tabla 7: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 7 de la Norma ISO 9001:2015	60
Tabla 8: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 8 de la Norma ISO 9001:2015	61
Tabla 9: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 8 de la Norma ISO 9001:2015	62
Tabla 10: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 9 de la Norma ISO 9001:2015 .....	63
Tabla 11: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 9 de la Norma ISO 9001:2015 .....	64
Tabla 12: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 10 de la Norma ISO 9001:2015 .....	64
Tabla 13: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 10 de la Norma ISO 9001:2015 .....	65
Tabla 14: Descripción de los Problemas - Causas - Posibles Consecuencias .....	68
Tabla 15: Descripción de los Problemas - Causas - Posibles Consecuencias .....	68
Tabla 16: Descripción de los Problemas - Causas - Posibles Consecuencias .....	69
Tabla 17: Descripción de los Problemas - Causas - Posibles Consecuencias .....	70
Tabla 18: Descripción de los Problemas - Causas - Posibles Consecuencias .....	71
Tabla 19: Descripción de los Problemas - Causas - Posibles Consecuencias .....	72
Tabla 20: Ciclo 1 Plan de Acciones de Mejora.....	74
Tabla 21: Ciclo 2 Plan de Acciones de Mejora.....	75
Tabla 22: Ciclo 3 Plan de Acciones de Mejora.....	76
Tabla 23: Resumen de la cantidad de oportunidades de mejora identificadas.....	77
Tabla 24: Resumen de situaciones problemáticas.....	78
Tabla 25: Cumplimiento cuantitativo por requisito y por capítulo de la Norma ISO 9001:2015	80
Tabla 26: Resumen de la puntuación promedio por capítulo del estado de cumplimiento de la Norma ISO 9001:2015 .....	80
Tabla 27: Resultados esperados luego de implementado el Plan de Acciones de Mejora.....	82

## **Simbología**

Cm: centímetros

D: diámetro de probeta

f'c: resistencia característica a la compresión

g: gramos

H°A°: hormigón armado

Kg: kilogramos

KN: kilo newton

MPA: mega pascales

Q: carga máxima soportada

TPM: mantenimiento total de la producción

## Capítulo 1: Introducción

### 1.1. Contexto

El Laboratorio de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue, se localiza dentro del predio universitario, en la ciudad de Neuquén. En él se realizan actividades de transferencia tecnológica al ámbito público y privado de la región, principalmente a empresas pertenecientes al rubro de la construcción; y actividades vinculadas a la formación de estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil a través de las asignaturas Tecnología del Hormigón 1 y Tecnología del Hormigón 2, así como también la investigación de nuevos materiales para la construcción que se realiza en trabajos de Proyectos Integradores Profesionales de estudiantes de la carrera. Se divide en cuatro sectores, hormigones, suelos, investigaciones viales e hidráulica, siendo el de hormigones el foco del presente Proyecto Integrador Profesional.

En el Laboratorio de Hormigón, se realizan principalmente ensayos sobre hormigón endurecido. El hormigón es uno de los materiales que más se utiliza en la construcción de estructuras civiles en Argentina. Su uso se destina, mayoritariamente, a materializar elementos estructurales como columnas, vigas, fundaciones y losas que dan soporte a las construcciones civiles. Tales elementos se diseñan siguiendo la normativa vigente: Reglamento CIRSOC 201 2005 - Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón, en el que se establecen metodologías, dimensiones mínimas y máximas, resistencias requeridas y todo lo necesario para que los elementos a proyectar cumplan con dos premisas: estados de resistencia y condiciones de servicio.

Es vital que los elementos construidos cumplan con las características que se tuvieron en cuenta en su diseño. Es ahí donde los servicios que brinda el Laboratorio de Hormigón toman gran importancia, ya que, por ejemplo, gracias al ensayo de compresión simple en probetas de hormigón, se puede verificar que la resistencia de la probeta sea la esperada según el diseño y cálculo de la estructura.

En cuanto a la productividad y gestión de los procesos, el Laboratorio de Ingeniería Civil, y en especial el sector de Hormigón, no ha sido objeto de un estudio productivo y evaluación de su sistema de gestión, por lo que no se cuenta, al momento de inicio de este trabajo, con objetivos y acciones de mejora identificadas. Por tal razón, se identificó, en conjunto con el personal responsable del Laboratorio, la necesidad de realizar un diagnóstico productivo de la gestión y control de los procesos con una mirada basada en la productividad, la filosofía *KAIZEN*, los requisitos de la Norma ISO 9001:2015 y las normas de referencia para ensayos de hormigón endurecido. De esta manera, a partir de un estudio productivo de la situación inicial, se identifican pérdidas de productividad y las causas que las producen, las oportunidades y objetivos de mejora, las acciones para lograr los objetivos y finalmente se elabora un plan de mejora sugerido para su implementación a posteriori.

## 1.2. Objetivos

El objetivo general de este Proyecto Integrador Profesional es realizar un estudio de los procesos que se desarrollan en el Laboratorio de Hormigón de la Facultad de Ingeniería a partir de un diagnóstico productivo, con el propósito de identificar pérdidas y resultados no esperados en la gestión y control de los mismos, elaborar un plan de acciones de mejora y evaluar el impacto potencial de la implementación del plan.

Para el desarrollo de este trabajo, se han establecido cuatro objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico productivo con estudio de la situación inicial sobre los procesos del laboratorio, con foco en los ensayos de compresión simple de probetas de hormigón y agregados.
- Identificar en el sistema de gestión del laboratorio el grado de cumplimiento de los requisitos establecidos en la Norma ISO 9001:2015.
- Identificar y analizar las causas que producen pérdidas productivas en la ejecución de los procesos del laboratorio.
- Elaborar un plan de mejora del laboratorio.

## 1.3. Metodología

El ámbito de trabajo de este Proyecto Integrador Profesional es el Laboratorio de Ingeniería Civil, dependiente del Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue.

La metodología que se ha definido para llevar a cabo este proyecto y cumplir con los objetivos propuestos consiste en la realización de un diagnóstico productivo con el fin de estudiar la situación inicial de los procesos del Laboratorio de Ingeniería Civil, con enfoque en los ensayos de compresión simple de probetas de hormigón y agregados. El diagnóstico productivo se realiza mediante visitas presenciales al laboratorio que incluyen recorridos de planta y también reuniones con los integrantes del Sector de Hormigón de forma virtual y presencial para el relevamiento de la situación inicial del Laboratorio. Estas tareas son complementadas con estudio de bibliografía y documentación provista por el laboratorio en gabinete.

Para el estudio y análisis de los procesos, se toman de referencia las Normas IRAM para la realización de ensayos sobre hormigón fresco y endurecido y el Reglamento CIRSOC 201, así como también, se incorpora documentación interna del Laboratorio, como registros, protocolos y procedimientos.

Para la identificación de acciones de mejora, se establece un esquema basado en la filosofía *KAIZEN*, término proveniente de la lengua japonesa cuya interpretación al español se vincula con la "Mejora Continua" (la palabra se compone de dos kanji o caracteres japoneses: "Kai" que representa el cambio, y "zen" que representa la mejora). Esta filosofía propone, desde un enfoque participativo del personal que interviene en los procesos y esfuerzos de mejora constantes, un método para identificar pérdidas, analizar sus causas e identificar acciones de

mejora que permitan lograr los resultados deseados (Pirosanto et al., 2017). Este enfoque se lo conoce como *control total de la calidad* o *calidad total* y se vincula directamente con la idea de *participación total* (Ishikawa, 1986).

En cuanto a la verificación del cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015, se estructura el relevamiento a partir de una guía elaborada con bibliografía referente a la misma, apuntes de la cátedra Organización y Evaluación de Proyectos, y antecedentes relacionados con capacitaciones tomadas por la estudiante con la institución IRAM Filial Comahue.

Finalmente, se realiza una presentación del informe de diagnóstico, las propuestas y acciones de mejora identificadas y su evaluación a referentes y personal a cargo del laboratorio.

## 1.4 Estructura del documento

En el primer capítulo se introduce el tema en estudio, se plantean los objetivos, metodología de trabajo y la estructura del documento.

En el segundo capítulo se enumeran los conceptos que se han considerado más relevantes del relevamiento bibliográfico que han sido el sustento teórico del desarrollo práctico de las actividades desarrolladas.

En el tercer capítulo se presenta el diagnóstico productivo realizado a partir del recorrido de las instalaciones, reuniones con el personal del laboratorio y el estudio de la información documentada disponible en el laboratorio. También se presentan, en relación a la situación relevada en el diagnóstico, los objetivos de mejora, la identificación de acciones de mejora para lograrlos, y la elaboración de un plan de acciones de mejora.

El cuarto capítulo se compone de una evaluación de impacto potencial del plan de acciones de mejora indicando los resultados esperados luego de su implementación, y se expone una evaluación simplificada del estado de cumplimiento de los requisitos de la Norma Internacional ISO 9001:2015.

En el capítulo quinto, se presentan las conclusiones. El documento finaliza con bibliografía utilizada y los anexos.

## Capítulo 2: Fundamentos teóricos

### 2.1 Generalidades del hormigón-resistencia

El Hormigón es “una mezcla homogénea compuesta por una pasta de cemento y agua con agregados gruesos y finos, que, en estado fresco, tiene cohesión y trabajabilidad; y que, luego del fraguado y el endurecimiento de la pasta cementicia, adquiere resistencia. Además de estos componentes básicos, también puede contener aditivos químicos y/o adiciones minerales pulverulentas” (CIRSOC 201, Anexos Capítulo 1, p.5). La frase “adquiere resistencia” hace referencia a que, en estado endurecido, el hormigón aumenta su resistencia, adquiriendo el 99% de su resistencia total a los 28 días.



**Fig. 1-1. Componentes del concreto: cemento, agua, agregado fino, agregado grueso, son combinados para formar el concreto. (55361)**

*Figura 1: Componentes del concreto. Figura tomada de Diseño y control de las mezclas de concreto (p.1), por S. Kosmatka, et al Steven, 2004, ACI.*

Las propiedades del hormigón dependen de la composición de la mezcla y de las condiciones de humedad y temperatura bajo las cuales se mantenga la mezcla, según explica Nilson (2001, p. 1), quien también narra que el proceso de control de estas condiciones se conoce como *curado*, y que requiere de supervisión y control para evitar la baja calidad del mismo. El autor Neville (1998, p. 9) afirma que el fabricante de cemento garantiza la calidad del mismo, pero el hormigón no tiene sus condiciones de calidad aseguradas si no se controla y vigila el transporte, la colocación y la compactación, por lo que, el producto final, puede variar mucho del diseñado. De ahí la importancia de cuidar las condiciones establecidas en el Reglamento CIRSOC 201 en todos los procesos que se efectúen al hormigón, desde la dosificación, elaboración, transporte, colocación y curado.

La característica que frecuentemente más interesa conocer de un elemento estructural es su resistencia real, la cuál debe ser la requerida para poder resistir las cargas que podrían llegar a actuar sobre el elemento durante su vida útil.

Durante la etapa del diseño de los elementos estructurales hay que tener en cuenta dos métodos de diseño: diseño a la resistencia y diseño para cargas/condiciones de servicio. El primero consiste en determinar las dimensiones de las piezas estructurales y la calidad de los

materiales constituyentes, hormigón y barras de acero, en el caso del hormigón armado, en función del análisis de solicitaciones al que se verá sometida la pieza considerando que el estado de solicitaciones deberá ser mayorado con coeficientes de mayoración para verificar que la resistencia de la pieza verifique las condiciones de resistencia última. El segundo se basa en el dimensionamiento de los elementos considerando las cargas de servicio, es decir sin mayorar.

En el reglamento actual, el Reglamento CIRSOC 201 en la versión del año 2005, se establece que se deben diseñar los elementos estructurales para Estados Límites Últimos (ELU) es decir, se debe diseñar para una combinación de cargas mayoradas y resistencia disminuida y se debe verifica el dimensionamiento para condiciones de servicio.

***El requisito básico para el diseño por resistencia de estructuras de hormigón se puede expresar de la siguiente forma:***

$$\begin{array}{lcl} \text{Resistencia de Diseño} & \geq & \text{Resistencia Requerida} \\ \phi S_n & \geq & U \end{array}$$

*Figura 2: Requisito para el diseño por resistencia de estructuras de hormigón. Imagen tomada de Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón (p.197) por INTI, 2005*

Para poder realizar el cálculo estructural de una estructura es necesario conocer las propiedades del material con el que se construirá la misma. En el caso de las estructuras formadas de hormigón armado (H<sup>º</sup>A<sup>º</sup>), se deben conocer las características de los dos elementos constituyentes: hormigón y acero. Dentro del procedimiento del cálculo se hace uso de la propiedad “resistencia específica a la compresión” del hormigón, o también denominada como f’c. Esta resistencia se define en el Reglamento CIRSOC 201 como: “resistencia a la compresión del hormigón utilizada en el cálculo y evaluada de acuerdo con las consideraciones del Capítulo 5 (en MPa para todas las expresiones de este Reglamento)” (CIRSOC 201, Anexos Capítulo 1, p.7).

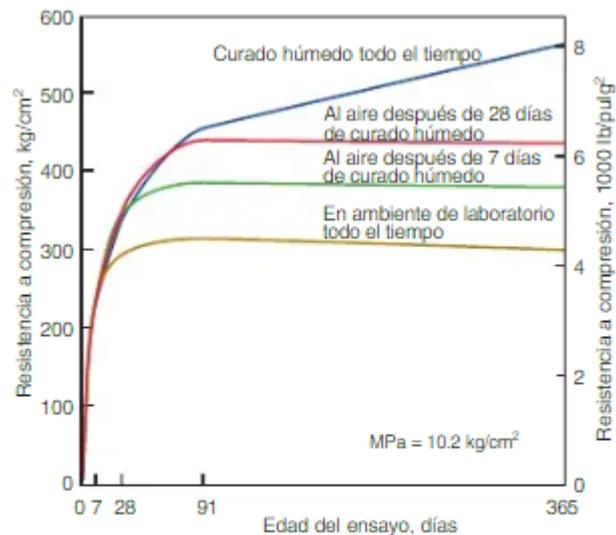
La resistencia antes mencionada es de vital importancia para el cálculo de estructuras, por tal motivo es que se debe garantizar que la resistencia del hormigón con el que se construyen los elementos estructurales sea la misma que la que se ha calculado la estructura. Es por esta razón que se deben tomar muestras del hormigón en estado fresco con el que se formarán las piezas y se las debe llevar a un laboratorio de ensayos civiles, con el fin de someterlas a ensayos de compresión simple para determinar su resistencia característica a la compresión.

### 2.1.1 Desarrollo de la resistencia

El curado es el conjunto de procedimientos usados para promover la hidratación del cemento y el desarrollo de la resistencia del hormigón, es fundamental para garantizar la calidad del hormigón.

El curado a temperatura normal consiste en “mantener el hormigón saturado o casi tan saturado como sea posible, hasta que el espacio originalmente lleno de agua en la pasta de cemento fresco se haya ocupado hasta el nivel deseado con los productos de hidratación del cemento. Sin embargo, para el desarrollo satisfactorio de la resistencia no es necesario que todo el cemento se hidrate” (Neville, 1998, p. 138).

La resistencia del hormigón depende del: contenido de humedad, condiciones de curado, índice de carga y tamaño del espécimen.



**Fig. 1-12. La resistencia del concreto aumenta con la edad, desde que haya adecuada humedad y temperatura favorable para la hidratación del cemento (Gonnerman y Shuman 1928).**

*Figura 3: Resistencia del hormigón en función del tiempo. Figura tomada de Diseño y control de las mezclas de concreto (p.6), por S. Kosmatka, et al Steven, 2004, ACI*

### 2.1.2 Ensayo de compresión

Interesa conocer la resistencia a la compresión en el diseño de estructuras de hormigón, dado que la resistencia a la tracción se desprecia en los cálculos.

La verificación de que el hormigón cumpla con las especificaciones requeridas se hace mediante ensayos de laboratorio donde se prueba su resistencia empleando cilindros de medidas normalizadas elaboradas con hormigón fresco.

Las pruebas que se hacen a las probetas de hormigón se deben realizar siguiendo las normas que establecen sus procedimientos, desde la toma de la muestra (en obra), el almacenamiento, transporte y ensayo. De esa manera se garantiza que los resultados serán lo más fiables posibles. Para el seguimiento de los procesos que se llevan a cabo en el Laboratorio de Hormigón, se toma de referencia lo especificado en las siguientes normas: Norma IRAM 1534:2004. “Hormigón de cemento Pórtland. Preparación y curado de probetas para ensayos en laboratorio”; Norma IRAM 1553:2008. “Hormigón de cemento Pórtland. Preparación de las bases de probetas cilíndricas y testigos cilíndricos para ensayo de compresión”; Norma IRAM

1546:2013 Mod. Nº 1 2017. “Hormigón de cemento Pórtland. Método de ensayo de compresión”, entre otras. En el caso del ensayo de compresión simple en probetas de hormigón la reglamentación que se emplea en el laboratorio es la Norma IRAM 1546:1992. Se utiliza para la determinación de la resistencia a la compresión de probetas de hormigón y testigos de hormigón de cemento portland.

El ensayo de compresión se lleva a cabo mediante la metodología presente en la Norma anteriormente mencionada en el capítulo 5. A continuación, se describen los pasos para el ensayo de compresión, luego de haber cumplido con los requisitos anteriores de la norma, es decir, que las probetas cumplan con lo establecido en las Normas IRAM 1524 y 1534 y sin se van a ensayar testigos de hormigón, que estos cumplan con lo establecido en la Norma IRAM 1551. Las bases deben prepararse según la Norma IRAM 1553

- 1) Colocación en la máquina de ensayo: limpieza de superficies planas de contacto de los platos inferior e inferior y ambas caras de la probeta. Colocación de la probeta de manera centrada en el plato de apoyo inferior. Acercar el plato superior.
- 2) Aplicación de la carga: aplicar la carga de manera continua y sin choques bruscos

Luego de aplicar el procedimiento, se realiza el cálculo de la resistencia a la compresión de la probeta según lo establecido en el capítulo sexto según la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{40Q}{\pi d^2}$$

Donde:

$\sigma$ : Resistencia a la compresión (MPa)

$Q$ : Carga máxima soportada (DecaNewton)

$d$ : Diámetro de la probeta (milímetros)

Finalmente, se procede a completar el informe del ensayo, que debe contener la siguiente información:

- Identificación de la probeta
- Diámetro y altura de la probeta
- Carga máxima
- Resistencia a la compresión
- La edad de ensayo de la probeta
- Defectos observados en la probeta
- Tipo de rotura



*Figura 4: Acondicionamiento de altura mediante discos metálicos. Foto tomada durante el ensayo de compresión.*



*Figura 5: Rotura de la probeta de hormigón al alcanzar la carga de rotura. Foto tomada durante el ensayo de compresión*

## 2.2 Tecnologías de gestión

### 2.2.1 Generalidades

Se entiende por tecnologías de gestión al conjunto de procedimientos y técnicas que tienden a lograr los objetivos establecidos al organizar los recursos de una organización, siendo

los recursos lo comprendido desde materiales, empleados hasta los conocimientos acumulados por los miembros de la organización (Formento, 2015).

En el proceso de mejora de procesos se pueden hacer uso de diversas técnicas de gestión, entre las cuales se encuentran: Diagnóstico Productivo, Siete Pérdidas de Toyota, 5S (Orden y Limpieza), QC7 (Herramientas Básicas para el Control de la Calidad), Círculos de Calidad, Layout, Estudio del Trabajo, SMED (Single Minute Exchange of Die o Cambio de Matriz en Menos de Diez Minutos), Control Visual, entre otras. A continuación, se desarrollarán las mismas exponiendo sus principales características, en especial lo relevante para llevar a cabo el presente trabajo.

### 2.2.2 Diagnóstico productivo

El diagnóstico productivo puede definirse como el proceso que involucra el reconocimiento de la situación actual de una organización con el fin de detectar situaciones que puedan mejorarse.

El profesional que realice el diagnóstico debe tomar contacto con la realidad de la organización de diversas maneras como dialogando con el personal de la misma, analizando documentación escrita y todo lo necesario para tener un conocimiento amplio acerca del funcionamiento de la empresa y así poder establecer las oportunidades de mejora y plan de acción (Formento, Ramírez, 2016).

### 2.2.3 Filosofía KAIZEN

Según Pirovano (2007, p.15), KAIZEN es una filosofía de origen japonés que significa “mejora continua” (“Kai”: cambio; “zen”: para mejorar) e implica un mejoramiento que involucra a todos los participantes de una organización. Es una filosofía dado que es una forma de vida en todos los aspectos: laboral, vida social, vida familiar, etc., donde el foco es que existan esfuerzos de mejora constantes, de ahí que la mejora sea continua.

“El Kaizen es una palabra japonesa que se compone de dos kanjis (pictogramas, ideogramas y logogramas, utilizados en la escritura del idioma japonés): 改善, donde uno de los kanjis se interpreta como cambio y el otro se asocia con la idea de mejorar, de algo bueno. Cuando están juntos, la interpretación que se hace es la de “mejora continua”. (Rubino, 2019, p. 36).

Los dos objetivos principales de la filosofía KAIZEN son la eliminación de los desperdicios y la mejora de la calidad de vida en el trabajo. Pudiendo caracterizar a los desperdicios como las actividades que se desarrollan pero que no agregan valor al producto/servicio final.

KAIZEN se conforma de cuatro principios que pueden resumirse de la siguiente manera:

- Eliminación: eliminar asuntos, actividades y/o trabajos inútiles.
- Unificación: hacer múltiples tareas en un proceso o hacer múltiples tareas simultáneamente.

- Reajuste: cambiar el orden de los procesos, cambiar las metodologías o cambiar los materiales.
- Simplificación: reducir el número de procesos o simplificar el trabajo a través de la automatización.

Dado que la traducción de KAIZEN al español es mejora continua, se emplea para su aplicación el ciclo PDCA, una metodología desarrollada por Shewhart y luego difundida por Deming. Este ciclo consta de cuatro fases:

- Plan (P) - Planificar: se elabora el plan de acción para alcanzar las mejoras deseadas, parte de esta etapa consiste en analizar la situación inicial junto con el análisis de las causas raíces de las disconformidades y luego el establecimiento de objetivos.
- Do (D) - Hacer: involucra llevar a cabo el plan de acción propuesto anteriormente.
- Check (C) - Verificar: se deben realizar las mediciones adecuadas para determinar si los objetivos fueron alcanzados por el plan de acción o si es necesario hacer modificaciones para lograr lo esperado.
- Act (A) - Actuar: se deben aplicar las acciones necesarias para alcanzar la mejora o mantenerla en el tiempo.

“Equipos que implementan mejora continua (Kaizen), como método permanente y sistemático que utilizan herramientas estadísticas y el ciclo PDCA para resolver problemas o mejor dicho oportunidades de mejora” (Pirosanto et al., 2016, p.59)

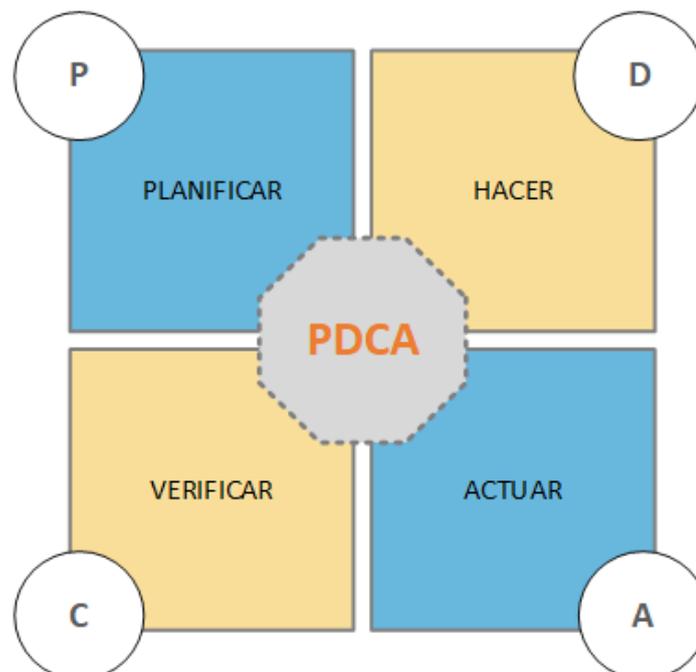


Figura 6: Ciclo PDCA

## 2.2.4 Método de las 5 S

El método de las 5 S es una metodología japonesa constituida por un conjunto de actividades que tienen como finalidad el aumento de la eficiencia y efectividad de la organización, su objetivo es mejorar y mantener las condiciones de orden y limpieza dentro de la organización. Requiere de la participación de todos los integrantes de la organización.

Su origen es japonés y su nombre hace referencia a las iniciales de las cinco etapas que la integran que comienzan con la letra “S” en idioma japonés, las mismas son: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke.

Los cinco pasos antes mencionados se pueden desarrollar de la siguiente manera:

- Seiri (separar o seleccionar): consiste en separar y diferenciar los elementos que son necesarios de los que no lo son. Lo que no se necesita se debe disponer en un sector de descarte. El sector de descarte será analizado y se decidirá el destino final de los elementos apartados, pudiéndose desechar, vender o reubicar en otro sector. El objetivo de este primer paso es dejar los espacios libres de objetos innecesarios haciendo un uso más eficiente del espacio y facilitar la visualización, reduciendo el tiempo de búsqueda de las herramientas.
- Seiton (ordenar): implica organizar de manera eficiente el espacio bajo el lema “un lugar para cada cosa y cada cosa a su lugar”. El lugar a destinar a cada objeto debe ser previamente estudiado y decidido en función de la practicidad y frecuencia de uso. Es conveniente hacer uso de sistemas de señalización para la identificación de los espacios y las herramientas de manera visual. El objetivo de Seiton es mejorar la identificación de objetos y optimizar la utilización del espacio.
- Seiso (limpieza): involucra la identificación y eliminación de la causa raíz o fuente de la suciedad para evitar que se genere en los puestos de trabajo. Esto ayuda a la visualización inmediata de desperfectos y fugas en los equipos.
- Seiketsu (mantener): supone el mantenimiento de los logros alcanzados para que la situación no regrese a la inicial. Este paso requiere de la creación de hábitos para conservar el orden y limpieza en el puesto de trabajo.
- Shitsuke (autodisciplina): precisa de técnicas para desarrollar la disciplina, actitudes proactivas para la mejora.

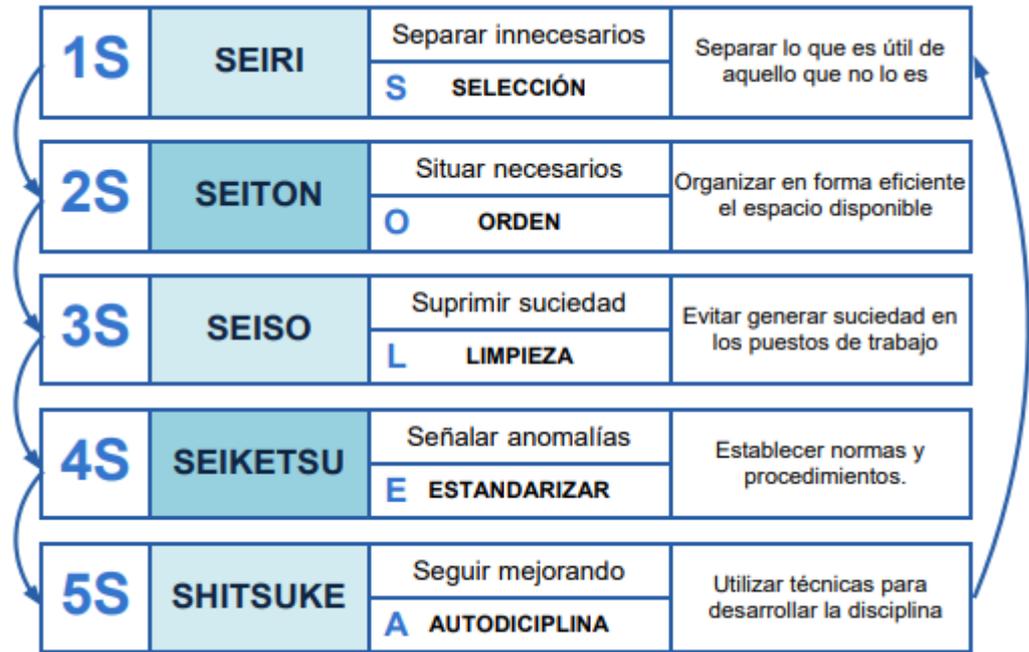


Figura 7: Método de las 5 S. Figura tomada de 5 S Guía de buenas prácticas de implementación (p.7), Rosso, Julián; Gariglio, Alejandro, INTI

Este método se emplea en la eliminación de pérdidas de tiempo y esfuerzo que tiene impacto directo sobre la productividad, dado que se logra disminuir también los movimientos innecesarios, accidentes, retrabajos, paradas de máquinas por fallas no detectadas a tiempo, etc. (López, 2017; Rosso, 2016).

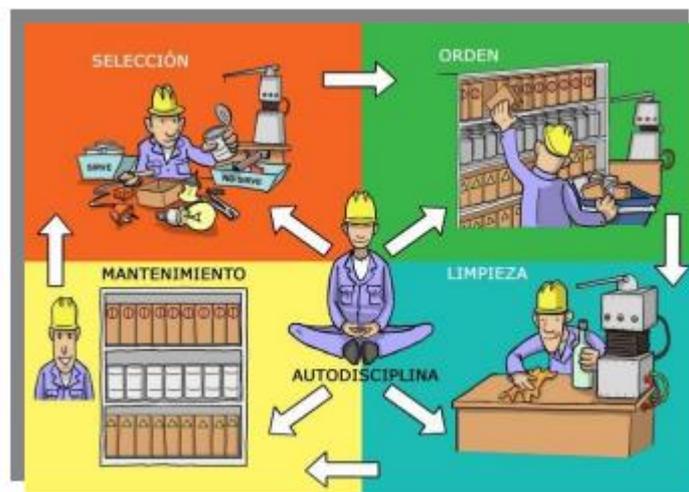


Figura 8: Esquema integral del método de las 5S. Figura tomada de: 5S Guía de buenas prácticas de implementación de 5S. Rosso, Julián; Gariglio, Alejandro. (p.16). INTI

## 2.2.5 Calidad

Por calidad puede entenderse el cumplimiento o conformidad entre lo obtenido con su diseño, cumplimiento con requisitos establecidos o al grado de satisfacción que una organización ofrece a su cliente mediante sus productos o servicios.

Dentro de la gestión de la calidad, el objetivo a perseguir es lograr la satisfacción del cliente. Para esto se llevan a cabo varias acciones.

El control de calidad puede definirse según el autor Ishikawa (1986, p.40) como: “un sistema de métodos de producción que económicamente genera bienes o servicios de calidad, acordes con los requisitos de los consumidores”

“El control de calidad empieza con educación y termina con educación. Para promover el control de calidad con participación de todos hay que dar educación en control de calidad a todos los empleados, desde el presidente hasta los obreros de línea” (Ishikawa, 1986, p.33)

## 2.2.6 Mantenimiento Total de la Producción (TPM)

El Mantenimiento Total de la Producción o Total Productive Maintenance por su nombre en inglés que da origen a su sigla característica, es una técnica que busca la perfección en la gestión del mantenimiento, no conformándose con que la maquinaria se mantenga en funcionamiento si no que existan “cero accidentes, cero defectos, cero averías y cero pérdidas” de acuerdo con Pirosanto (2017, 81). Para lograr estas premisas se necesita la participación de todos los integrantes de la organización, quienes son responsables por el mantenimiento y cuyo objetivo principal es la orientación al cliente, es decir cumplir con los requisitos del mismo.

Según el autor Pirosanto (2017, p.82), con esta herramienta se busca mejorar la productividad eliminando las pérdidas que la afectan, mejorar la fiabilidad y disponibilidad de los equipos, reducir costos de mantenimiento y mejorar la calidad del producto final.

La base del TPM es la técnica de 5S y luego se entabla el método sobre siete pilares que son:

- Mejora continua: son las propuestas de mejora de a pequeños grupos de trabajo que ejecutan pequeños cambios tendientes a mejorar la efectividad global de equipos, centrándose en eliminar las 7 pérdidas.
- Mantenimiento autónomo: es el trabajo que realiza el operario de inspección, prevención y reparación básica de los equipos que opera. Es importante capacitar a los operarios en la identificación de problemas que estos vean.
- Mantenimiento planificado: llevar estadísticas y tomar acciones preventivas.
- Mantenimiento de calidad: mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad.
- Prevención del mantenimiento: el equipo que mejor trabaja es el que menor trabajo requiere. Prevención es pensar qué medidas deberían tomarse para evitar hacer mantenimiento.

- Mantenimiento en áreas administrativas: el mantenimiento es responsabilidad de todos y hay necesidad de participación de personal administrativo para el seguimiento y gestión de reposición de ciertos insumos críticos
- Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación: mantener al personal capacitado.

El TPM se introduce mediante la aplicación de doce pasos, que incluyen el anuncio formal de la decisión de introducir el TPM, educación sobre TPM, establecimiento de objetivos, diseño de un plan maestro para la implementación, etc. (Tokutaro, 1994)

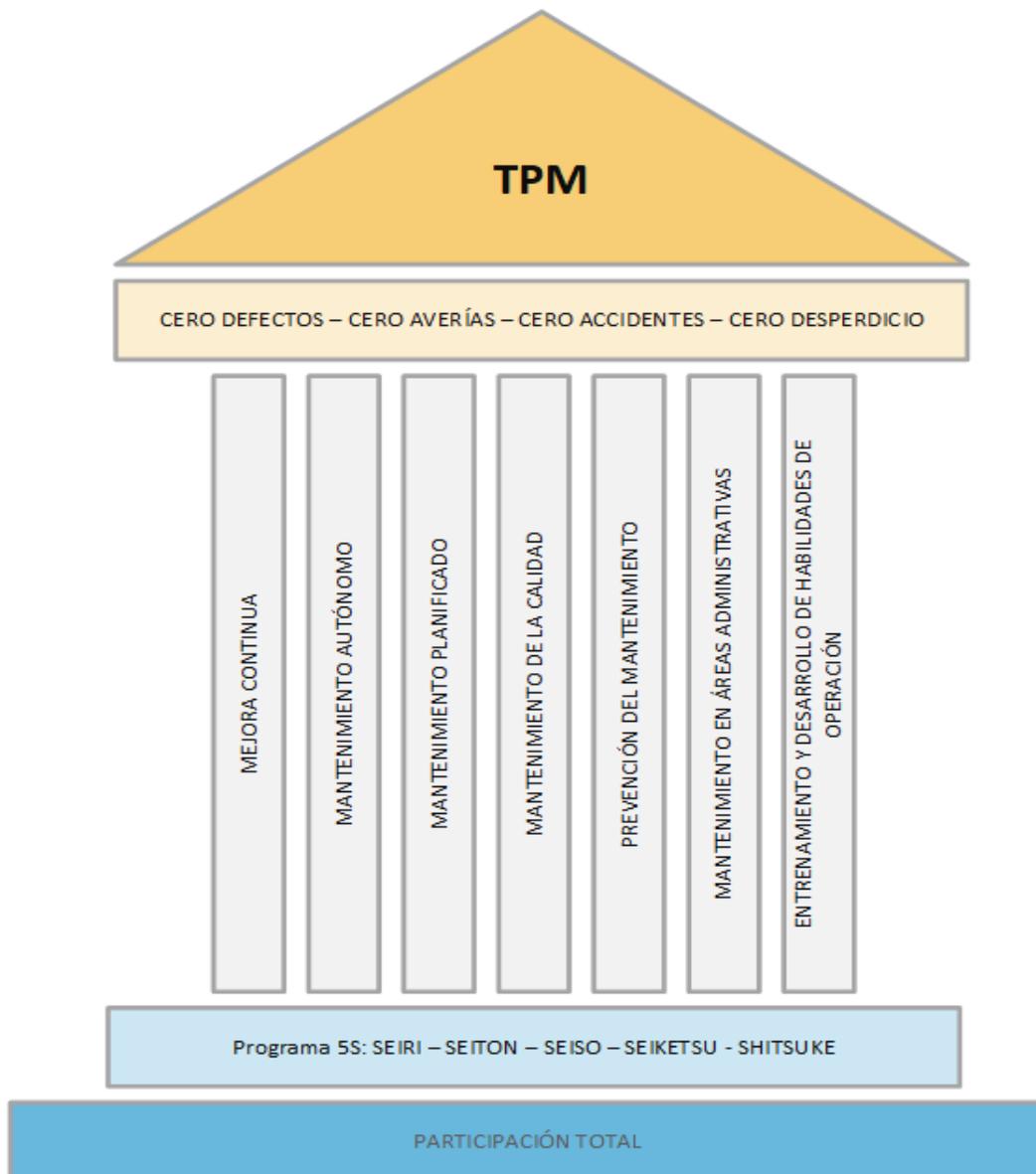


Figura 9: TPM

### 2.2.7 Tiempo de entrega

El tiempo de entrega es uno de los factores más importantes para lograr un nivel aceptable de competitividad en el mercado junto con el precio y la calidad del producto o servicio ofrecido. Se define como el tiempo que transcurre desde que un cliente hace un pedido a la empresa hasta que el mismo es entregado y cobrado por la misma.

### 2.2.8 Herramientas básicas para el control de la calidad QC7

“Conjunto de técnicas gráficas identificadas como las más útiles en la solución de problemas enfocadas a la calidad de los productos” (SPC Consulting Group, 2012). Dentro de estas herramientas se incluyen: diagramas de flujo, hojas de verificación, gráfico de Pareto, gráfico de histograma, gráfico de dispersión, diagrama de espina de pescado o diagrama de Ishikawa y gráfico de control.

El diagrama de Ishikawa o espina de pescado es una técnica que sirve para analizar las causas posibles que generan un efecto no deseado. El objetivo es mediante este análisis encontrar o aproximar la búsqueda de la causa raíz, con la finalidad de proponer acciones de mejora que permitan eliminar la causa y así lograr los resultados deseados.

### 2.2.9 Layout o Disposición en Planta

El layout o la disposición en planta hace referencia a la disposición u acomodamiento de las máquinas y sectores que constituyen la planta de producción.

El estudio del layout es muy importante dado que la eficiencia se optimiza cuando los elementos son organizados de una manera apropiada.

Es relevante estudiar el layout cuando se busca reducir costos, cambiar el diseño de las instalaciones, incorporar instalaciones o productos nuevos. Una herramienta útil para el estudio de la disposición es el conocido como “diagrama de hilos o de cuerdas” donde se traza la trayectoria del objeto de estudio (trabajador, materia prima, etc.) en un diagrama de planta para la evaluación de su recorrido, buscando optimizar la distribución mediante la reducción de movimientos innecesarios, acortando distancias, disminuyendo el entrecruzamiento entre trabajadores, etc.

Básicamente existen los siguientes formatos de distribución en planta, que se determinan según el patrón general del flujo de trabajo:

- Por proceso: se considera apropiado cuando la producción se organiza por lotes. El funcionamiento es: el personal y los equipos que realizan la misma tarea y operación se agrupan en una misma área y los distintos materiales se mueven de un lugar a otro de acuerdo a la secuencia establecida para su obtención. Se usa cuando en la misma operación se deben fabricar muchos productos o partes distintas y la secuencia de operaciones varía de uno a otro.

- Por productos: se organizan las estaciones de trabajo en una secuencia de tipo lineal. El producto avanza de una estación a la siguiente sufriendo una serie de transformaciones en cada etapa.
- Por posición fija: el producto que se fabrica se encuentra en un lugar fijo y no puede moverse. por lo que los trabajadores junto con sus herramientas y equipos deben trasladarse al lugar para realizar el trabajo.
- Híbrida o por celdas de fabricación: puede darse que se combinen dos alternativas de layout para satisfacer las necesidades. Ocurre especialmente en las plantas donde conviven las operaciones de fabricación y ensamblaje.

(Heizer, 2004)

### 2.2.10 Estudio del Trabajo

“El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están haciendo” (Organización Internacional del Trabajo, 1996, p.9).

El estudio de métodos es una de las técnicas más importantes y requiere del registro y examen crítico de la metodología empleada para los procesos. Su objetivo es aplicar métodos más sencillos y eficientes para el aumento de la productividad de los procesos. Se lleva a cabo seleccionando un proceso, estudiando, registrando y recolectando todos los datos importantes del mismo para luego hacer una comparación de los resultados obtenidos con el nuevo método.

Medición del trabajo: consiste en aplicar diferentes técnicas para la determinación del tiempo que un trabajador invierte en hacer una tarea definida. Se lleva a cabo mediante el estudio de tiempos.

Figura 5. Estudio del trabajo

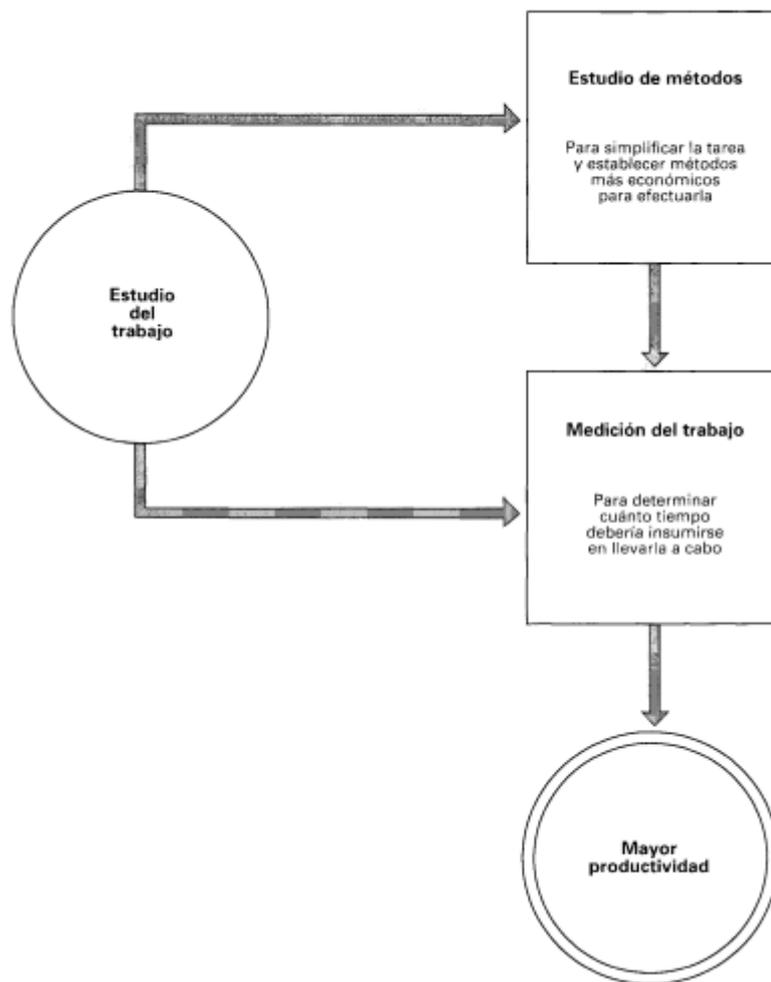


Figura 10: Técnicas que componen el estudio del trabajo. Figura tomada de *Introducción al estudio del trabajo*. (p.20) Kanawaty, George. Oficina Internacional del Trabajo

### 2.2.11 Pérdidas de producción

Las pérdidas o desperdicios son los recursos físicos que se emplean durante las operaciones de una organización que no agregan valor al producto (espacio, tiempo y materiales). El tiempo de producción o el tiempo utilizado en la fabricación de un producto se constituye por la sumatoria de las actividades que agregan valor y el desperdicio o pérdida.

Hay diferentes tipos de pérdidas, algunas son provenientes de sobreproducción, transporte, trabajo innecesario, tiempos de espera, etc.

La cultura japonesa indica que los desperdicios son generados por los tres conceptos siguientes, conocidos como las "3 M" (Pirosanto, 2016, p. 9)

- Muri (exceso): buscar sobrecargas o sobre exigencias en los trabajadores y las máquinas.

- Mura (desigualdad): deben evitarse las variaciones en los procesos, intentando que se mantengan constantes en el tiempo.
- Muda (desperdicio): son los recursos cuyos costos no pueden transferirse al cliente. Se considera que hay siete clases de Muda, descritos por las siete pérdidas de Toyota, tomando como referencia al autor Rubino (2019, p.46).
- Sobreproducción: pérdida producida por la creencia de que la producción en grandes lotes es más eficiente que la de lotes pequeños.
- Sobre stock: existencia de cosas (materia prima, recursos) no necesarios producen desperdicio.
- Transporte: actividad de trasladar materiales/productos/etc. de un lugar a otro. No puede eliminarse, pero sí reducirse.
- Tiempo de espera: se constituye de tiempos de espera de máquinas, productos y trabajadores y tampoco agregan valor al producto.
- Movimientos innecesarios: movimientos que no agregan valor al producto final y podrían optimizarse.
- Productos defectuosos: actividades a partir de fallas.
- Trabajos innecesarios: actividades que no son necesarias y no agregan valor al producto.

### 2.2.12 Matriz FODA

La matriz FODA es una herramienta que se emplea para identificar las Fortalezas (F), Oportunidades (O), Debilidades (D) y Amenazas (A) de una organización para desarrollar las estrategias de negocio.

- Fortalezas: características internas favorables de la organización que la ayudarían a cumplir los objetivos.
- Oportunidades: condiciones externas que podrían ayudar a la organización para cumplir sus objetivos.
- Debilidades: características internas no favorables de la organización que no la ayudarían a cumplir los objetivos.
- Amenazas: condiciones externas que podrían perjudicar el cumplimiento de los objetivos de la organización.

Los conceptos anteriores suelen representarse gráficamente en una matriz como la siguiente, aunque existen numerosos diseños para tal fin:

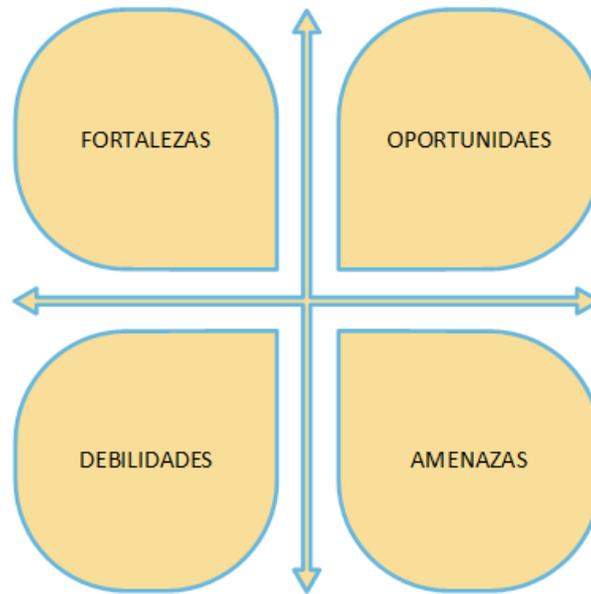


Figura 11: FODA

### 2.2.13 Análisis de Causas

Para realizar la determinación de las causas raíces que generan pérdidas o problemas dentro de los procesos se puede hacer uso de diversas técnicas.

Una de ellas es el conocido como Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Espina de Pescado, técnica desarrollada por Kaoru Ishikawa. La misma consiste en realizar un diagrama que muestra la relación entre las características y los factores causales, también denominado diagrama de causa y efecto.

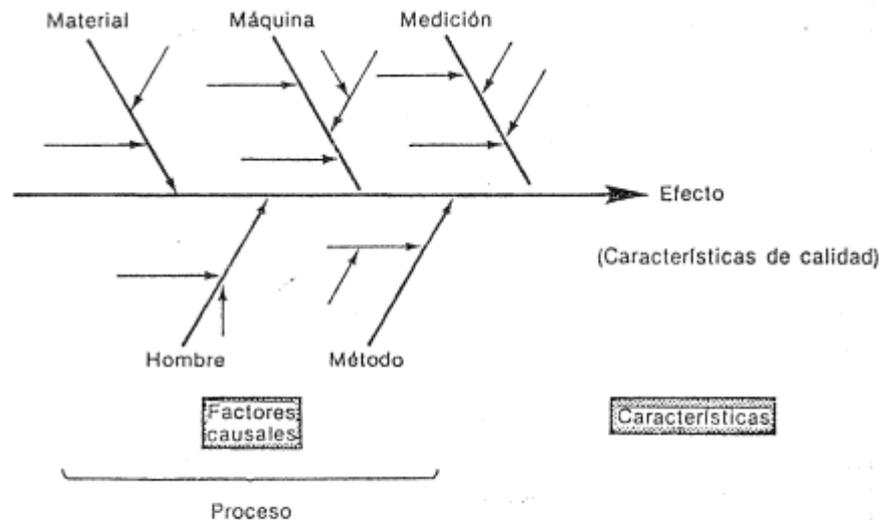


Diagrama de causa y efecto

DIAGRAMA III-5

Figura 12: Diagrama de Ishikawa. Figura tomada de *¿Qué es el control de la calidad total?* de Kaoru Ishikawa

La segunda técnica frecuentemente utilizada para el análisis causal es: Los Cinco Porqués, desarrollada por Sakichi Toyoda, fundador de la empresa Toyota. Es una herramienta simple que permite hallar la causa raíz haciendo la pregunta ¿por qué? Cinco veces.

### 2.3 Empleo de las técnicas de gestión en la práctica profesional

Las herramientas antes mencionadas son empleadas durante la práctica profesional de consultoría en mejora de productividad. El rol del consultor es, a partir de su conocimiento y experiencia, asesorar y recomendar, no dirigir y ejecutar. Para esto es necesario que el consultor pueda comprender cómo funciona la organización para luego identificar oportunidades de mejora en base a las debilidades encontradas y con apoyo en las fortalezas desarrollar las oportunidades.

Los consultores deben gozar de ciertas habilidades: escucha, buena comunicación, capacidad de trabajo en equipo, liderazgo, etc., las cuales favorecen su labor. También es importante recalcar que su trabajo implica el manejo de información de tipo confidencial, por lo que su desenvolvimiento debe ser de acuerdo a principios éticos y profesionales (Formento, 2015).

El consultor trabaja mediante un método de trabajo preestablecido para el procesamiento de la información disponible. Esta información tiene su origen en diversas fuentes (relevamientos visuales, entrevistas con responsables, registros, procedimientos escritos). La base metodológica para abordar un proceso de consultoría puede determinarse a partir del ciclo PDCA y la Filosofía KAIZEN, como enfoque para la identificación de las acciones de mejora, ambos conceptos descritos con anterioridad.

El proceso de consultoría involucra varias fases, como, por ejemplo:

- Diagnóstico y planificación: se realizan tareas de análisis de datos y evidencias para poder tener un diagnóstico completo y elaborar un plan de acción. Esta etapa se compone de: contacto inicial, diagnóstico y plan de acción.
- Implementación: el consultor guía la aplicación del plan definido anteriormente.
- Estudio de resultados: el consultor junto a los responsables de la organización estudia los resultados para compararlos con los objetivos y determinar si es necesario introducir cambios al plan o si hay nuevas oportunidades de mejora.
- Conclusión y cierre: el consultor hace el cierre del proyecto o de la etapa del proyecto con un informe de resultados y brinda recomendaciones para el mantenimiento de las mejoras alcanzadas.

Las actividades antes mencionadas se detallarán a continuación:

- Contacto inicial: momento en que el consultor toma contacto con la organización a la cuál asesorará. En esta etapa se reúne la información existente que se obtendrá de planillas con datos de la organización, entrevistas, visitas con recorridos y análisis de registros.
- Diagnóstico: se profundizan los hallazgos preliminares con más información, donde se confirman o modifican las hipótesis previas y se establecen los objetivos realistas. Se emplea como guía para esta actividad un cuestionario diagnóstico, que se elabora previamente.
- Visita a la planta: colabora con la profundización del análisis. Es una etapa para tomar contacto directo con la realidad operativa. Es importante la observación de los métodos, layout, organización para la ejecución de los procesos, orden, limpieza, seguridad, temperatura, iluminación, ruido, trato entre miembros de la empresa, etc.
- Análisis de registros: debe estudiarse los registros que se tengan, y donde no haya, tomar las visitas como herramienta para la aproximación de datos.
- Entrevistas con responsables: es importante el contacto con los responsables para que provean desde su perspectiva, la descripción de los procesos y condiciones que luego se verificarán en el relevamiento.
- Plan de acción: se desarrolla luego del establecimiento de los objetivos de mejora. Incluye las acciones basadas en las oportunidades de mejora identificadas en el diagnóstico productivo plasmadas en el informe de diagnóstico. Es conveniente seleccionar aproximadamente dos temáticas de mejora para desarrollar el plan de trabajo, siendo más conveniente optar por los puntos que tendrán mayor impacto para la mejora de la productividad. Este plan de trabajo se debe acordar con la organización, debiéndose antes haber determinado los objetivos. También se debe establecer de qué manera se medirá el avance de la implementación.
- Finalización: Se concluyen las actividades con una reunión de cierre, donde se hace la presentación de un informe final con los resultados obtenidos y se verifica el cumplimiento de los objetivos.

## 2.4 Norma Internacional ISO 9001:2015

### 2.4.1 ¿Qué es ISO?

“La Organización Internacional de Normalización (ISO) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO)” según define la Norma ISO 9001:2015.

### 2.4.2 Principios de la gestión de la calidad

Se requiere de una estructura sistemática y transparente para la operación de una organización que puede resultar de la aplicación y mantenimiento de un sistema de gestión diseñado para la mejora continua en el desempeño que considere las necesidades de las partes interesadas. De ahí, la decisión de las organizaciones de incorporar un sistema de gestión de la calidad.

La gestión de la calidad se basa en siete principios que procuran conseguir los objetivos propuestos. Ellos son: enfoque al cliente, liderazgo, participación del personal, enfoque a procesos, mejora, toma de decisiones basada en la evidencia y gestión de las relaciones.

La norma ISO 9001:2015, emplea el enfoque a procesos, que incorpora el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar y el pensamiento basado en riesgos. El ciclo PHVA (PDCA) permite a una organización asegurarse de que sus procesos cuenten con recursos y se gestionen adecuadamente, y que las oportunidades de mejora se determinen y se actúe en consecuencia (Norma ISO 9001:2015, p. VII)

### 2.4.3 Relación de los capítulos de la norma con el ciclo PDCA

*“El ciclo PHVA (PDCA) puede aplicarse a todos los procesos y al sistema de gestión de la calidad como un todo”* (Norma ISO 9001:2015, p. IX). En la siguiente figura se muestra cómo pueden agruparse los capítulos de la norma en el marco del ciclo:

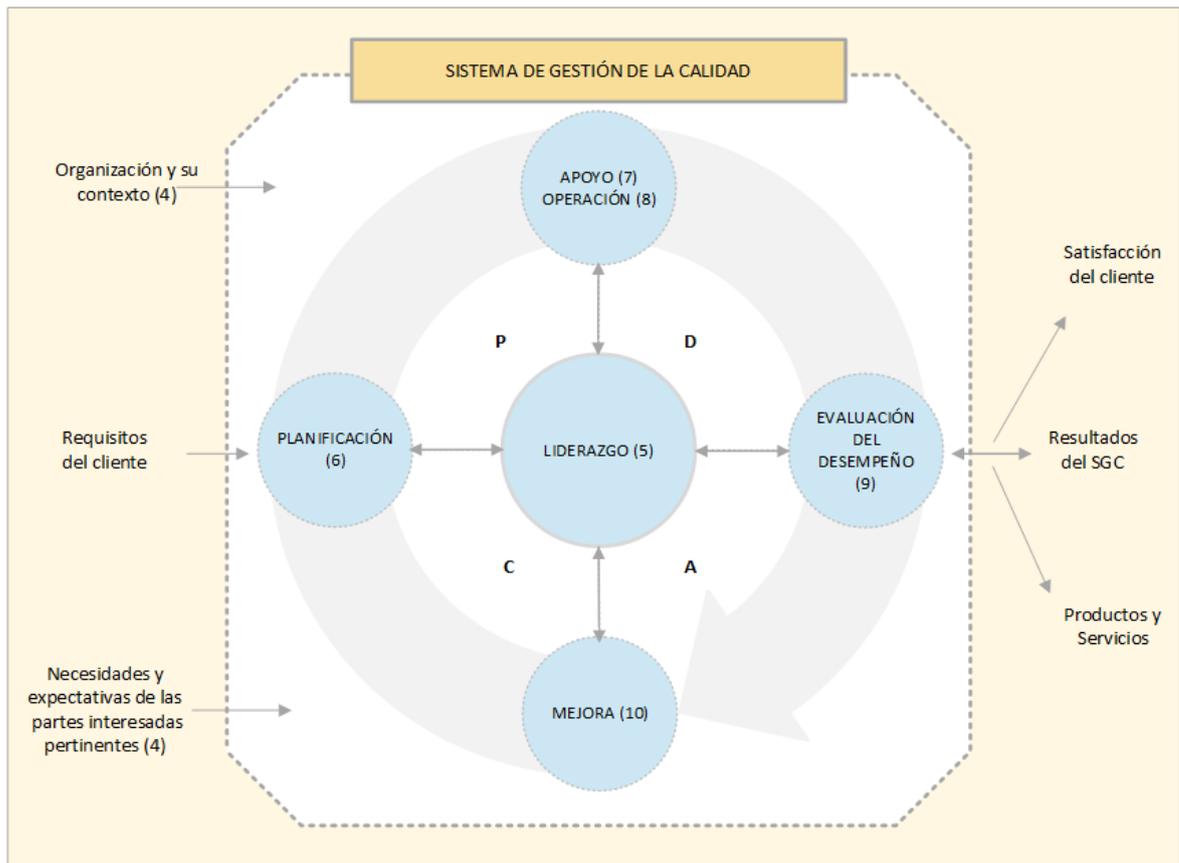


Figura 13: Sistema de Gestión de la Calidad.

## **Capítulo 3: Análisis de la situación actual del laboratorio**

### **3.1 Descripción general**

El desarrollo que se presentará en este capítulo está fundado en los principios de consultoría para la mejora de la productividad, por lo que se han tomado elementos de tal práctica profesional para aproximar la situación actual del laboratorio mediante un análisis que sigue la metodología de consultoría junto a los conceptos y herramientas específicas de la Ingeniería Civil aprendidas durante el cursado de la carrera.

Los elementos que se toman del ejercicio de la consultoría son los referentes a la etapa de diagnóstico y planificación, concepto desarrollado en el capítulo 2.3, es decir, contacto inicial, relevamiento in situ, entrevista con el personal seleccionado, identificación de oportunidades de mejora, establecimiento de objetivos de mejora y elaboración de un plan de acciones de mejora. Los primeros cuatro puntos mencionados se encuentran enmarcados dentro de lo llamado “informe de diagnóstico”, al cual no se han incluido las conclusiones, que generalmente se incluyen en un informe de este tipo, dado que se realizarán sobre el final de este documento para adecuarlo al formato del Proyecto Integrador Profesional.

Además de hacer el relevamiento con la guía del cuestionario diagnóstico, se ha evaluado durante las entrevistas el estado de cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015 basado en la consulta a partir de un listado de verificación de los mismos, cuyo resultado se expondrá en el próximo capítulo.

### **3.2 Informe de diagnóstico**

#### **3.2.1 Introducción**

El día viernes 19 de noviembre de 2021 se llevó a cabo una visita presencial al Laboratorio de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería perteneciente a la Universidad Nacional del Comahue, en la que se entrevistó al laboratorista. Esta información se complementó con entrevistas posteriores efectuadas de manera virtual con la persona Responsable del Laboratorio y el laboratorista, a lo que se sumó el relevamiento de registros, protocolos y procedimientos que se tenían en el laboratorio. Cabe destacar que todos los registros fotográficos y documentación relevada fue tomada el día de la recorrida.

Si bien en el diagnóstico se analizaron las características del Laboratorio de Ingeniería Civil, se hace foco en el Sector de Hormigón o Laboratorio de Hormigón. Al compartir las instalaciones del Sector de Hormigones con el resto de los sectores que integran el Laboratorio de Ingeniería Civil es que se considera que las mejoras introducidas en uno pueden ser de aplicación para el resto de los procesos alcanzados en el mismo. Para el análisis productivo, se concentra el estudio en el ensayo de Compresión Simple de Probetas de Hormigón.

#### **3.2.2 Reseña del Laboratorio**

Datos Generales

- Denominación: Laboratorio de Ingeniería Civil
- Rubro: Ensayos de laboratorio, especialización civil
- Nombre de la Responsable de Laboratorio: Anabel Apcarian (Responsable del Laboratorio)
- Nombre del Laboratorista: Omar Cortés (Técnico de Laboratorio)
- Localización: Predio de la Universidad Nacional del Comahue en la ciudad de Neuquén, provincia de Neuquén. Actualmente sus instalaciones se encuentran en el lugar denominado “Galpón” frente al edificio de Geología y Petróleo, como se muestra en las siguientes imágenes.

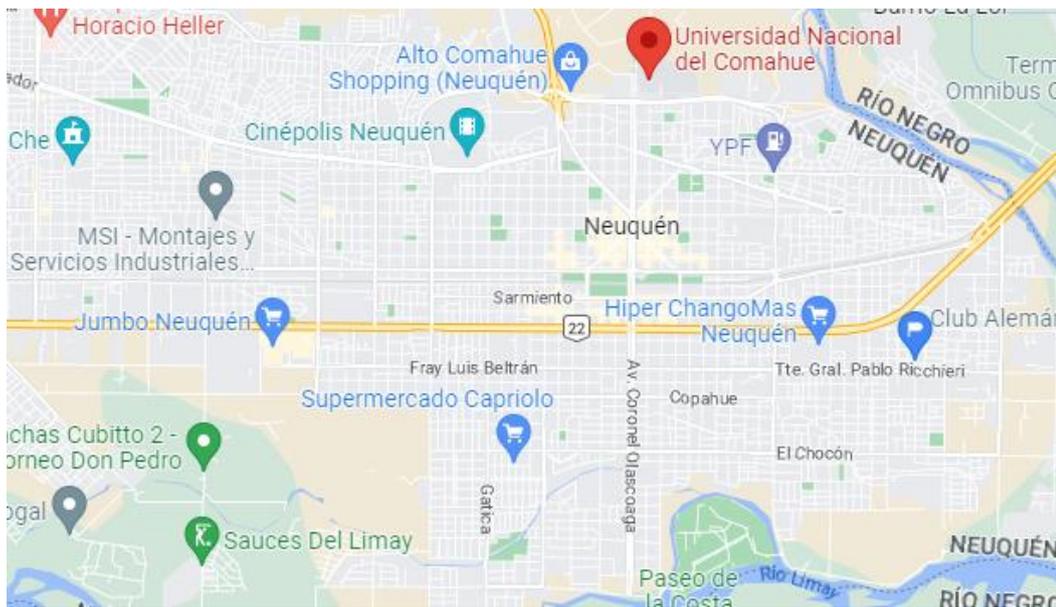


Figura 14: Ubicación de la Universidad Nacional del Comahue dentro de la Ciudad de Neuquén

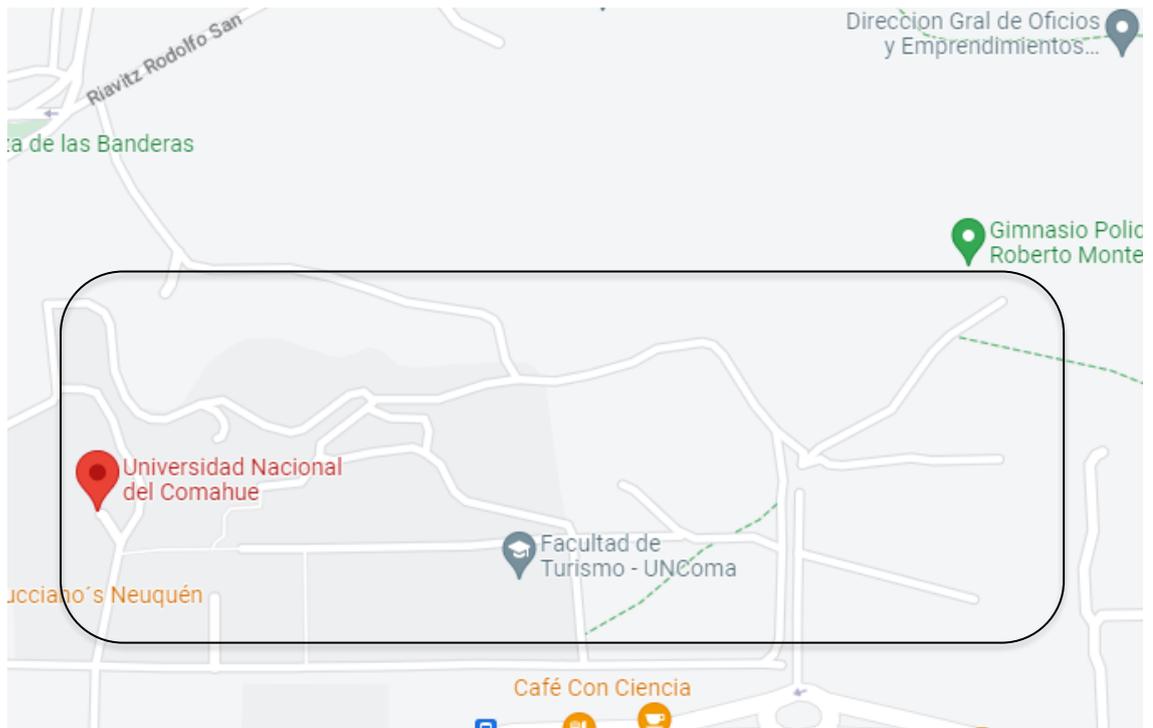


Figura 15: Vista aérea de la Universidad Nacional del Comahue



Figura 16: Vista aérea del Laboratorio de Ingeniería Civil



*Figura 17: Vista del Laboratorio de Ingeniería Civil*

- Descripción general

Parte de la formación de los y las estudiantes de Ingeniería Civil contempla la participación en actividades experimentales que se desarrollan en laboratorios de la Facultad.

El Laboratorio de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue se constituye de cuatro sectores: Sector Hormigones, Sector Suelos, Sector Vial / Investigaciones Viales y Sector Hidráulica.

En los Sectores de Hormigones y Suelos, las actividades incluyen las relacionadas al aspecto académico, es decir realizar ensayos para afianzar de manera práctica los conceptos aprendidos principalmente en las materias Tecnología del Hormigón 1 y 2 y Mecánica de Suelos 1 y 2; y también como soporte para estudiantes que estén realizando su Proyecto Integrador Profesional en temas afines. Por otra parte, se encuentran las actividades de transferencias, donde se realizan ensayos a empresas de la región que los requieran. Estos ensayos suelen ser mayoritariamente “Compresión Simple en Probetas de Hormigón” y “Desgaste de Los Ángeles para Agregados”, entre otros.

Respecto al Sector Vial / Investigaciones Viales, se formó el grupo por una necesidad puntual y actualmente no está operando, aunque existen intenciones de crear el Laboratorio de Asfaltos para fines académicos y actividades de transferencia. En lo referente al Sector Hidráulica, únicamente se realizan actividades de docencia e investigación.



## **ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA**

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue, a través del Laboratorio de Ingeniería Civil brinda prestaciones de servicios técnicos, ensayos y herramientas a empresas y terceros.



*Figura 18: Folleto de promoción de los servicios que ofrece el Laboratorio. Figura tomada del folleto del Laboratorio*

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

**AGREGADOS**  
Aptitud de agregados para hormigón  
Desgaste los ángeles  
Equivalente de arena  
Reacción álcali sílice

**ASFALTO**  
Extracción de testigos de asfalto  
Rotura de probeta Marshall

**HORMIGONES Y MORTEROS**  
Cano de Abrams  
Compresión simple  
Compresión y flexión sobre mortero de cemento  
Dosificación de hormigón  
Esclerometría  
Extracción de testigos  
Posición de armaduras

**SUELO**  
Clasificación granulométrica  
Compresión triaxial  
Consolidación  
Corte Directo  
Hidrometría  
Humedad natural  
Límites de consistencia  
Plato de carga  
Proctor T-100  
Proctor T-99  
Contenido de sales  
Valor soporte

**ESTUDIOS, AUDITORÍAS TÉCNICAS Y PERITAJES**  
Análisis estructural mediante simulación numérica  
Control de aluviones  
Evaluación de daños y fallas en estructuras civiles  
Gestión de residuos sólidos urbanos  
Impacto ambiental  
Preservación de patrimonio arquitectónico y cultural  
Recursos hídricos  
Redes de agua potable  
Redes de líquidos cloacales  
Patología de las construcciones  
Tránsito y Transporte

**OTROS SERVICIOS**  
Calibración de prensa hidráulica  
Calibración de aros dinamométricos  
Ensayo de pilares para conexiones domiciliarias  
Ensayo de resistencia a la compresión de mampuestos

**CONTACTO**  
ingenieria.civil@fain.uncoma.edu.ar  
(0299) 4488303/4490341

**SOMOS SEDE DE VENTA DE REGLAMENTOS CIRSOC**

Figura 19: Folleto de promoción de los servicios que ofrece el Laboratorio. Figura tomada del folleto del Laboratorio

- Historia y situación actual

En sus inicios, el Laboratorio de Ingeniería Civil tenía sus instalaciones en el subsuelo del Departamento de Mecánica, provisoriamente hasta que se construyera su edificio, obra

paralizada en su momento por falta de financiamiento. Años más tarde, se pudo construir lo que iba a ser el Laboratorio de Ingeniería Civil pero luego fue destinado al Departamento de Química.

Mientras funcionaba en el subsuelo del Departamento de Mecánica, compartía equipamiento y espacio con el Laboratorio de Geología hasta que se construyó el actual edificio de Geología, momento en que se trasladó gran parte del equipamiento compartido, quedando el Laboratorio de Ingeniería Civil sin poder realizar ensayos debido a la falta de los mismos.

Las instalaciones en el subsuelo del Departamento de Mecánica no cumplían con las condiciones de Seguridad e Higiene y el poco espacio no permitía el correcto funcionamiento del mismo, limitando la cantidad y tipos de ensayos que podían realizarse, por lo que se llegó a un acuerdo con el Departamento de Mecánica y se mudó al galpón frente al edificio de Geología, realizando una permuta de espacios con el antes mencionado.

La situación relevada contempla el funcionamiento del Laboratorio de Ingeniería Civil en el Galpón frente a Geología, subdividido y compartido con un depósito. Se está a la espera de que se lleve a cabo un proyecto de mejora de la infraestructura en los próximos meses, por lo que, a la fecha, la disposición del equipamiento e instalaciones son provisorias. En los próximos días se comenzarán las tareas para materializar el proyecto definitivo del laboratorio.

### 3.2.3 Diagnóstico de situación productiva y Oportunidades de Mejora

- Administración y Gestión de las Personas

A continuación, se muestra el diagrama de estructura organizacional, partiendo del Consejo Directivo hasta la división de los sectores del Laboratorio de Ingeniería Civil:

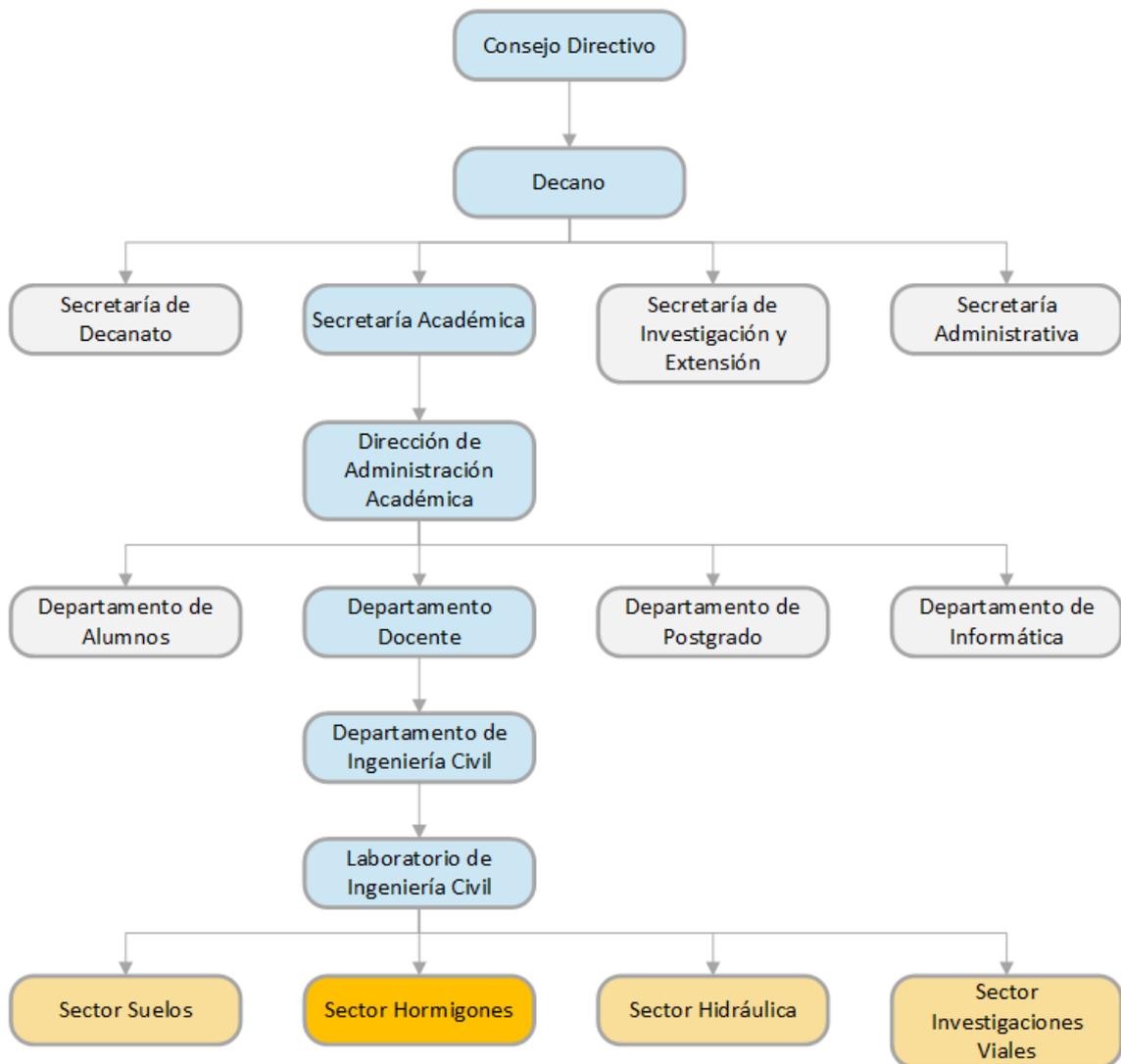


Figura 20: Organigrama de Facultad de Ingeniería. Imagen de elaboración propia basada en documentación provista por el laboratorio

Cada uno de los sectores cuenta con un responsable administrativo, un responsable técnico y el personal que lleva a cabo las tareas operativas. En la siguiente tabla se detalla la distribución de tales puestos a la fecha:

<b>Sector</b>	<b>Responsable Administrativo</b>	<b>Responsable Técnico</b>	<b>Personal Técnico</b>
<b>Hormigones</b>	Anabel Apcarian	Anabel Apcarian	Omar Cortés
<b>Suelos</b>	Adriana Pernich	Adriana Pernich	Omar Cortés
<b>Investigaciones Viales</b>	Anabel Apcarian	Luis Quidel	Omar Cortés
<b>Hidráulica</b>	Anabel Apcarian	Carlos Pisani	Omar Cortés

*Tabla 1: Distribución de puestos*

Como puede observarse, existe un técnico laboratorista para realizar todas las actividades operativas, quién hace 8 años presta sus servicios al laboratorio. En su momento, él cumplía con los requisitos del perfil del puesto y fue contratado mediante concurso. Sin embargo, dada la baja oferta académica de la región en la formación de técnicos especialistas en ensayos civiles, se ha requerido que el mismo enriquezca sus conocimientos en esta área, mediante la participación y posterior evaluación en algunas materias de la carrera de Ingeniería Civil.

El laboratorio no cuenta con un plan de capacitaciones, aunque cuando se detecta la oportunidad de que el técnico participe en alguna capacitación para el enriquecimiento de su formación, se le da aviso para que la realice voluntariamente. Estas capacitaciones suelen ser dictadas por la misma Universidad o por algún otro organismo. En el año 2021 el laboratorista ha realizado capacitaciones del Instituto de Racionalización de Materiales Argentino IRAM, entre otras. También se le ha dado la posibilidad que presente un proyecto para que se dicte en la UNCO una Tecnicatura con orientación Laboratorista Vial, que no se ha podido concretar por cuestiones sanitarias por la pandemia que se está atravesando al momento de realizar este diagnóstico. Sin embargo, estas capacitaciones no se dan de manera planificada ni tampoco de acuerdo a las necesidades si no, en función de la oferta de capacitaciones que haya.

El laboratorio tampoco cuenta con procedimientos para la selección del personal, inducción, y no tiene documentados los perfiles de puesto. Así como tampoco se realizan evaluaciones de desempeño.

El laboratorio no cuenta con la identificación de todos los procesos y sus interrelaciones, no se tienen identificadas todas las variables de control, elementos de entradas y salidas de todos los procesos.

Oportunidades de mejora

*Establecer e implementar un plan de capacitaciones para la formación continua del personal.*

*Elaborar documentación asociada a: perfiles de puestos, selección de personal, evaluaciones de desempeño.*

*Realizar una revisión del diagrama de estructura organizacional. El mismo mezcla sectores con puestos. Elaborar un organigrama.*

*Identificar todos los procesos, sus interrelaciones, variables de control, elementos de entradas y salidas de los procesos. Realizar mapa de procesos.*

- Infraestructura y Equipamiento
  - Layout de planta y equipamiento

Actualmente el Laboratorio se encuentra funcionando en el edificio “Galpón” frente al edificio de Geología y Petróleo, habiéndose efectuado la mudanza hace poco tiempo, por lo que, como se ha mencionado anteriormente, la disposición del equipamiento e instalaciones son provisorias hasta que se lleve a cabo el proyecto final aproximadamente en diciembre de 2022.

La superficie total cubierta es de 127 m<sup>2</sup> en la planta baja, pero dentro del establecimiento hay dos plantas. En la planta baja se encuentra el equipamiento para llevar a cabo los ensayos, un sanitario y una oficina. Allí se han delimitado los sectores según el tipo de ensayo. Hay un sector para los ensayos de suelos, otro para los de hormigón, uno para el canal de hidráulica y una mesa en el centro para tareas varias. La ubicación de cada elemento fue consensuada entre los profesores de las cátedras relacionadas y el personal del laboratorio. La planta alta está siendo empleada como depósito, hasta que se lleve a cabo el proyecto final, es decir, la remodelación del galpón según el diseño acordado entre docentes y estudiantes del área de civil, que consiste en el laboratorio de Ingeniería Civil y oficinas.

El equipamiento que se tiene en el laboratorio incluye elementos que se utilizan y están aptos para su uso, como también equipamiento en reparación, como la cámara triaxial. Parte del equipamiento era el que se usaba en el laboratorio que se encontraba debajo del departamento de Mecánica Aplicada y parte fue recuperado, luego de años de desuso, por una donación de empresa de la región. Se posee un registro del equipamiento disponible dentro del laboratorio con fecha 03/12/2017:

LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	Equipamiento		
	Fecha: 03/12/2017	Hoja 1/2	
<b>EQUIPAMIENTO PARA ENSAYOS DE HORMIGONES</b>			
EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	AÑO	ESTADO
Agitador	2	s/d	B
Agitador para tamices	1	s/d	B
Aguja de Vicat Macotest	5	s/d	B
Amasadoras de mortero	3	s/d	B
Aparato para la determinación de finura de Blaine	1	s/d	B
Aparato para la determinación del módulo de elasticidad elástico	1	1997	B
Aros dinamométricos de distintas capacidades	5	s/d	B
Aro J-Ring	1	s/d	MB
Balanza Metier de 0,01 de sensibilidad	1	s/d	B
Balanza Ohaus (hasta 20 kg)	1	s/d	D
Balanza Roberbol de 1 g de sensibilidad	1	s/d	B
Bombas de vacío	1	s/d	B
Bombas Washington	2	s/d	1 B, 1 D
Brocas de diferentes tamaños		s/d	B
Caladora de hormigón	1	1997	MB
Caladora de hormigón con distintas brocas	1	s/d	B
Calibrador de aros para prensa de hormigones	3	s/d	B
Comparador de longitudes	1	s/d	MB
Compresor de Aire (50 ciclos - 3 fases)	1	s/d	B
Cono de Abrams Normalizado	2	s/d	B
Cono de Marsh normalizado	1	s/d	B
Embudo V-Funnel para hormigones autocompactables	1	s/d	MB
Equipo de compactación de probetas 10 cm x 10 cm	1	s/d	B
Equipo de compactación de probetas de 4x4x16 cm	1	s/d	B
Equipo para determinación del Peso Unitario Volumétrico (PUV)	2	s/d	B
Equipo para finura Blaine (aspersorio y manómetro)	1	s/d	B
Esclerómetro	2	1996	D
Estufas de laboratorio	6	s/d	B
Flexímetros de 0,001 mm	2	s/d	B
Flexímetros de 0,001" de sensibilidad	8	s/d	5 D y 3 B
Fotómetro de llama	1	s/d	B
Hormigonera de laboratorio de 30 dm <sup>3</sup> de capacidad	1	1996	B
Humidificador	1	s/d	B
Indicador de cantidad de aire en el hormigón	1	s/d	B
Juego completo para encabezar probetas de hormigón	2	s/d	B
Kitasato 500 ml	2	s/d	B
L-Box para hormigones autocompactables	1	s/d	MB
Localizador de armaduras	2	1997	B
Máquina para desgaste Los Angeles	1	s/d	B
Matraces de 500 ml	8	s/d	B
Mesa Flow Table	1	s/d	B
Mesa vibradora	3	s/d	B
Mezcladora de 50 dm <sup>3</sup> de capacidad	1	s/d	B
Moldes para probetas de 4 cm x 4 cm x 16 cm	5	s/d	B
Moldes para probetas de 10 cm x 20 cm	3	s/d	B

Figura 21: Listado de Equipamiento del Laboratorio. Figura tomada del registro provisto por el Laboratorio

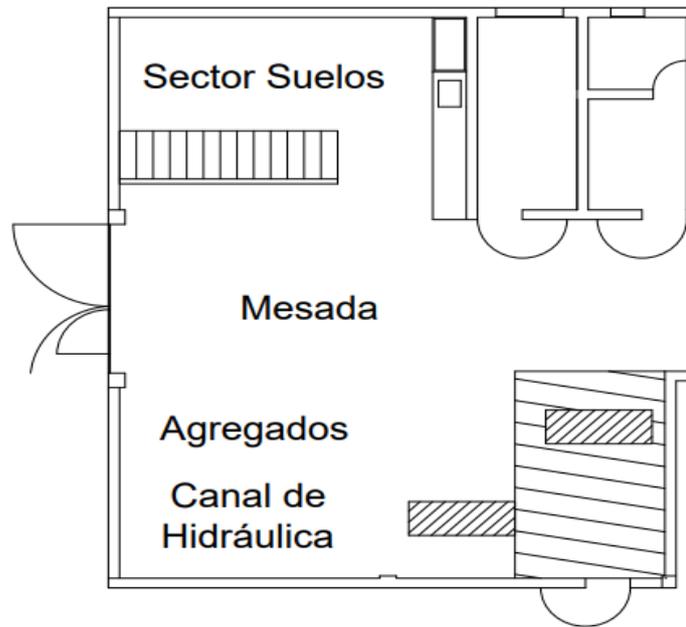
 <b>LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL</b>	<b>Equipamiento</b>		
	Fecha: 03/12/2017	Hoja 2/2	
<b>EQUIPAMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>AÑO</b>	<b>ESTADO</b>
Moldes para probetas de 2,5 cm x 2,5 cm x 25 cm	4	s/d	B
Moldes para probetas de 15 cm x 30 cm	3	s/d	B
Partidor de Jones normalizado	1	s/d	B
Plancha Térmica	1	s/d	B
Prensa hidráulica Controls hasta 200 t	1	s/d	B
Prensa hidráulica ELE hasta 10 t	1	s/d	B
Prensa hidráulica Macotest hasta 200 t	1	s/d	B
Probetas de vidrio (1L) graduadas	6	s/d	B
Soldadora	1	s/d	D
Tamices redondos de aro de bronce de 20 cm de diámetro (aberturas de 3" a N° 325)	31	s/d	9 MB, 7B y 15 D
Termómetros hasta 200 °C	10	s/d	B
Trituradora a mandíbula	1	s/d	B
Vibrador de obra	1	s/d	D
Volumenómetro de Le Chatelier	1	s/d	D
<b>EQUIPAMIENTO PARA ENSAYOS DE SUELOS</b>			
<b>EQUIPAMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>AÑO</b>	<b>ESTADO</b>
Aparato y accesorios para determinación del límite líquido y el límite plástico	5	s/d	B
Cámara triaxial con marco de carga y deformación controlada	4	s/d	1 B y 3 D
Cinta extensométrica	1	s/d	MB
Compactador (pistón) estándar manual chico	1	s/d	B
Compactador (pistón) estándar manual grande	2	s/d	1 B, y 1 D
Equipo de consolidación de suelos	3	s/d	B
Equipo y accesorios para ensayo Proctor (pisón y molde)	3	s/d	B
Equipo triaxial para rocas	1	s/d	D
Horno de secado y pesa filtros	5	s/d	B
Molde para la prueba de valor soporte CBR y marco de carga	1	s/d	D
Molde de compactación/densidad para presas 15x15 cm con base	1	s/d	B
Máquina de corte simple	1	s/d	B
Plato de carga	3	s/d	MB
<b>EQUIPAMIENTO PARA ENSAYOS DE HIDRÁULICA</b>			
<b>EQUIPAMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>AÑO</b>	<b>ESTADO</b>
Canal rectangular de pendiente variable	1	2017	B

Referencias:

MB: Muy bueno; B: Bueno; D: Defectuoso; s/d: sin dato

Figura 22: Listado de Equipamiento del Laboratorio. Figura tomada del registro provisto por el Laboratorio

A continuación, se presenta un esquema simplificado de la disposición de la planta baja, donde puede apreciarse la subdivisión que se tiene en la actualidad, la misma está definida por procesos.



### Planta Baja

*Figura 23: Boceto del Laboratorio de Ingeniería Civil actual*

El proyecto que se llevará a cabo contempla el funcionamiento del galpón en dos niveles. En la planta baja continuará funcionando el laboratorio para hacer los ensayos, un sanitario y una oficina. La escalera que dirige al entepiso, o planta alta, será reubicada para ayudar a una mejor distribución. En este nivel se construirá un depósito, una sala de docentes y un salón de usos múltiples (SUM).

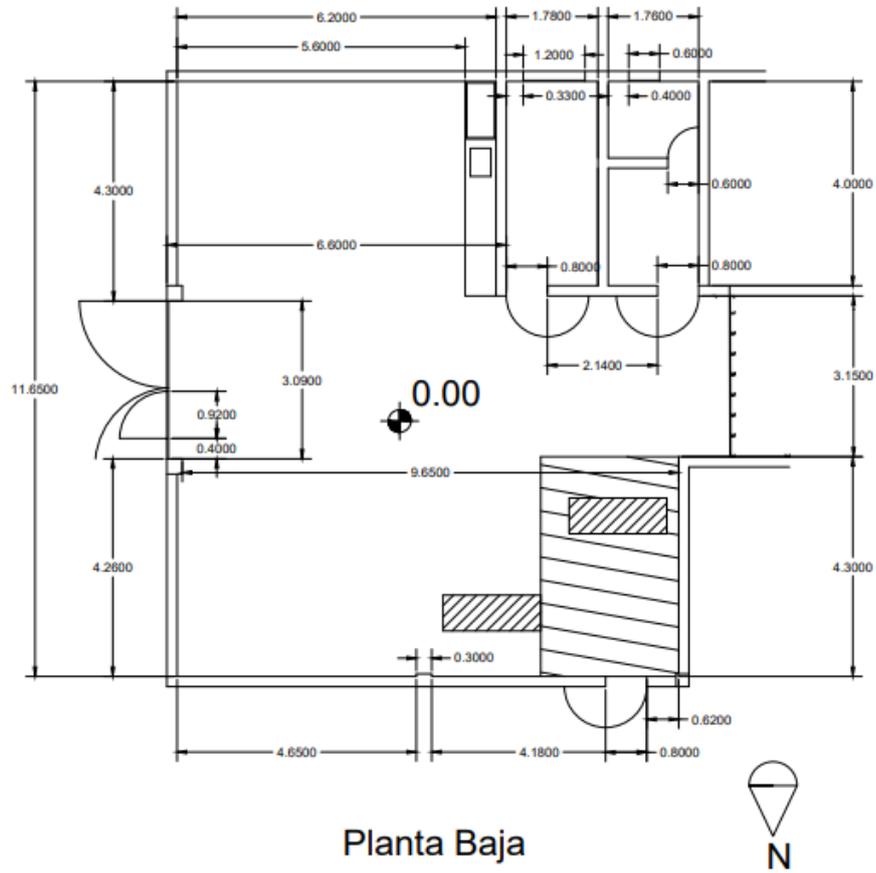


Figura 24: Plano de la Planta Baja del proyecto. Figura tomada de los planos oficiales del proyecto

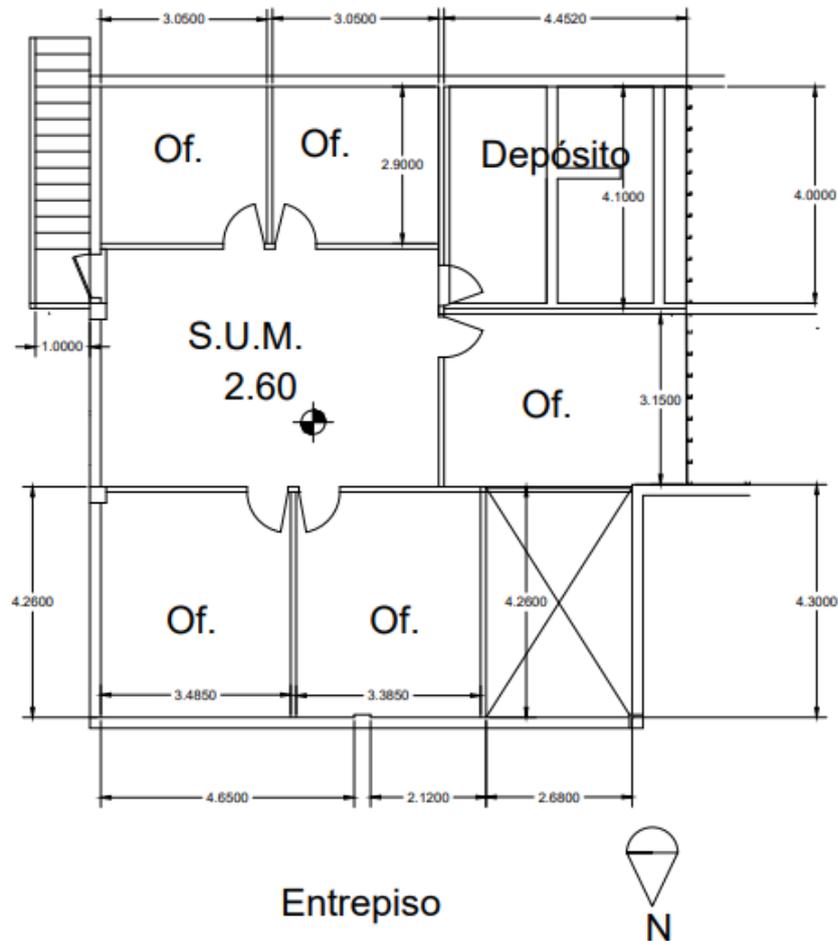


Figura 25: Plano del Entrepiso del proyecto. Figura tomada de los planos oficiales del proyecto

### Oportunidades de mejora

Actualizar periódicamente y mantener el listado de equipamiento y su estado. Realizar un estudio de layout para determinar la distribución más óptima del equipamiento según los procesos.

- Mantenimiento

Se realiza mantenimiento por averías de los equipamientos cuando ocurren roturas. Existe la intención de implementar mantenimiento preventivo para ciertos equipamientos. Actualmente, existe un plan de calibración anual para la celda de calibración de una de las prensas, que aún no se ha podido concretar desde el año 2020 por motivos de la pandemia y del proveedor del servicio de calibraciones. No tener la celda de calibración con su certificado de calibración actualizado ha significado que numerosos clientes hayan desistido de contratar los servicios del laboratorio en 2021.

Según la información obtenida en entrevistas con el personal del laboratorio, el estado de los equipos es adecuado para las necesidades pese a su antigüedad y no tienen averías que ameriten mantenimiento con frecuencia.

El técnico laboratorista es quien evalúa la criticidad de los equipos, detecta y solicita reparaciones y/o repuestos cuando lo considera necesario. En caso de requerir reparaciones y/o repuestos, en función del importe monetario que eso implique, se procede consultando a la directora del Laboratorio o a la Facultad de Ingeniería, quienes aprueban o rechazan el presupuesto y se procede con el pedido.

En cuanto a las instalaciones propias del edificio, como sanitarios, electricidad, entre otros, es el personal de mantenimiento de la Facultad de Ingeniería quien se ocupa de llevar a cabo el mantenimiento. En este caso, el mantenimiento es reactivo, operando por averías. Cuando ocurre algún desperfecto, el Laboratorista da aviso al equipo mencionado y se soluciona el problema. Se menciona que estas tareas se realizan con demoras considerables.

No hay registros e indicadores referentes a la gestión del mantenimiento de máquinas y equipos.

#### Oportunidades de mejora

*Evaluar la criticidad de los equipos y en función de la identificación de los más críticos, diseñar un plan de mantenimiento que permita llevarlo a cabo de manera preventiva y planificada.*

*Generar documentos para el registro de la información asociada a la gestión del mantenimiento mediante la cual se pueda obtener indicadores de la misma.*

*Revisar y poner en marcha el plan de calibraciones estipulado.*

- Orden y Limpieza

En la recorrida por el laboratorio, se pudo observar que se han dispuesto las maquinarias e insumos de manera que queden los pasillos sin obstrucciones. Sin embargo, pueden apreciarse objetos que no se encuentran ordenados, como un conjunto de pesas sobre la mesada, una cadena ubicada encima de la balanza, sillas tiradas en el suelo, baldes con piedras y tierra, bolsas con materiales varios, elementos ubicados sobre la escalera, papeles tirados en el piso, trapos sin ordenarse sobre mesas, termos.



Figura 26: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil



Figura 27: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil

En cuanto a las condiciones de Seguridad e Higiene, se observan situaciones donde no se evidencia un ambiente de trabajo completamente seguro, como cables para iluminación que cuelgan interrumpiendo la circulación que no se encuentran canalizados y contenidos, tablero eléctrico sin tapa y sin protección acrílica, escalera sin pasamanos inhabilitada sin cartelera que indique que no puede utilizarse, cajas de electricidad sin tapas, falta de cartelera de seguridad e higiene, faltan rótulos en botellas contenedoras de sustancias químicas.



Figura 28: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil



Figura 29: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil



Figura 30: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil



Figura 31: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil



Figura 32: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil



Figura 33: Problemas de Orden y Limpieza en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Civil

En general, se observa que existe una planificación del espacio, pero visualmente se aprecian condiciones de orden y limpieza precarias en la situación actual del laboratorio. Incluso hay elementos que están ubicados en el piso dado que no tienen una estructura para su almacenamiento. Algunos elementos que estaban en el momento del recorrido en la cercanía de la puerta de salida, estaban allí esperando ser retirados por una empresa que se los llevaría, según indicó el personal del laboratorio pero los mismos no tenían identificación. Se observa falta de identificación de los elementos de los clientes.

Oportunidad de mejora:

*Implementar un programa 5S, que incluye los siguientes pasos: Selección, Orden, Limpieza, Mantenimiento y Autodisciplina para poder brindar un espacio de trabajo más ordenado, disminuir pérdidas de tiempo en la búsqueda de materiales e insumos, identificar maquinarias que deban ser restauradas o reparadas, proporcionar una imagen visualmente más prolija ante clientes, estudiantes y quienes visiten el laboratorio. Identificar los sectores del laboratorio y los elementos de los clientes.*

- Producción
  - Descripción del proceso

Como fue enunciado al comienzo del informe, el análisis productivo será en torno al ensayo de compresión simple de probetas de hormigón enmarcado en las actividades de transferencia (a terceros), que es el que se realiza con más frecuencia. Pero también, en el Laboratorio de Hormigón se llevan a cabo otros ensayos sobre hormigones y morteros como: cono de Abrams, compresión y flexión sobre mortero de cemento, dosificación de hormigón, esclerometría, extracción de testigos y posición de armaduras.

El proceso comienza cuando el cliente se comunica con el laboratorio, ya sea mediante comunicación telefónica a la responsable administrativa o al laboratorista, o por escrito a través del correo electrónico del Departamento. En esta instancia, el cliente informa al personal del laboratorio su requerimiento y el personal de laboratorio indica si está dentro del alcance del laboratorio.

Dependiendo de los requisitos de los clientes el técnico laboratorista confecciona un presupuesto formal y lo envía al cliente para su evaluación o directamente el solicitante lleva las probetas al laboratorio para su ensayo. Algunos clientes no requieren de un presupuesto formal, por lo que se realiza el procedimiento para el ensayo de las muestras una vez ingresadas, sin necesidad de haber realizado el presupuesto al cliente. Dado que el laboratorio no cuenta con una lista formal de clientes, se realiza el presupuesto o no dependiendo de los requisitos que el cliente le informe al personal del laboratorio.

En caso que el cliente apruebe el presupuesto, el técnico laboratorista comienza las tareas previas para el ensayo, es decir, limpiar, medir y pesar la/s probeta/s. En caso que la probeta no cumpla con las condiciones adecuadas, es decir las estandarizadas por la Norma IRAM correspondiente, se da aviso al cliente para informarle la situación y las consecuencias de ensayar una probeta que no se encuentre conforme a lo recomendado en la normativa asociada. Es el cliente quien decide si quiere continuar con el ensayo, modificar la probeta o no dar curso al mismo. Luego de esta instancia de decisión, el laboratorista procede a registrar las dimensiones y peso de las probetas en un anotador y luego se pasan estos datos al informe. El ensayo se realiza siguiendo la metodología establecida por la Norma IRAM 1546 del año 1992.

Luego de que el cliente haya decidido proceder con el ensayo, el laboratorista emite una orden de facturación (OF) y la envía a la Administración de la Facultad de Ingeniería, donde el personal de la Administración, una vez recibida, emite la correspondiente documentación y la envía al cliente junto con la información necesaria para proceder con el pago. Luego de que el cliente reciba la facturación, debe proceder con el pago y enviar el comprobante del mismo a la Administración.

Mientras tanto, se procede con el ensayo de compresión simple. Dependiendo del tipo de probeta, se acondiciona o no la altura entre los extremos de la prensa (en el ensayo presenciado durante el relevamiento para el presente trabajo, la probeta requirió la adición de nueve discos de metal de 9 kilogramos para acortar la distancia entre los extremos de la prensa). Luego, se coloca en la prensa la probeta con las almohadillas de neoprene previamente insertadas en sus cabezales y se comienza con el ensayo. Finalizado el mismo, se procede a registrar los datos en la planilla Excel: "CONTROL DE PROBETAS".

PLANILLA DE CONTROL DE INGRESO DE PROBETAS

Nº LAB	ID OBRA	SOLICITANTE	RAZABILIDAD	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD (días)	Ø (cm)	h (cm)	PESO gr	CARGA KN	TENSION Kg/cm2	TENSION MPA	Nº ORD. TRABAJO
1000				24/10/14	31/10/14	7	15	30	12550	510	294,29	28,86	001/14
1001				24/10/14	31/10/14	7	15	30	12520	530	305,81	29,99	001/14
1002				24/10/14	21/11/14	28	15	30	12545	650	375,05	36,78	001/14
1003				24/10/14	21/11/14	28	15	30	12585	630	363,52	35,65	001/14
1004				28/09/14	10/11/14	43	15	30	12435	380	219,23	21,50	002/14
1005				28/09/14	10/11/14	43	15	30	12465	405	233,61	22,91	002/14
1006				18/09/14	10/11/14	53	15	30	12560	325	187,52	18,39	002/14
1007				18/09/14	10/11/14	53	15	30	12210	530	305,81	29,99	002/14
1008				06/09/14	10/11/14	65	15	30	12780	565	326,00	31,97	002/14
1009				06/09/14	10/11/14	65	15	30	12640	480	276,95	27,16	002/14
1010				22/11/14	07/01/15	46	15	30	12570	400	230,76	22,63	003/14
1011				22/11/14	07/01/15	46	15	30	12590	550	317,33	31,12	003/14
1012				22/11/14	07/01/15	46	15	30	12660	260	150,00	14,71	003/14
1013				22/11/14	07/01/15	46	15	30	12635	300	173,04	16,97	003/14
1014				22/11/14	07/01/15	46	15	30	12575	390	225,05	22,07	003/14
1015				11/12/14	07/01/15	28	15	30	12605	410	236,57	23,20	003/14
1016				11/12/14	07/01/15	28	15	30	12840	390	225,05	22,07	003/14
1017				11/12/14	07/01/15	28	15	30	12970	390	225,05	22,07	003/14
1018				11/12/14	07/01/15	28	15	30	12575	430	248,09	24,33	003/14
1019				11/12/14	07/01/15	28	15	30	13000	340	196,20	19,24	003/14
1020				13/01/15	10/02/15	28	15	30	12625	560	323,15	31,69	004/15
1021				13/01/15	10/02/15	28	15	30	12627	535	308,72	30,27	004/15
1022				13/01/15	10/02/15	28	15	30	12580	505	291,41	28,57	004/15
1023				13/01/15	10/02/15	28	15	30	12675	515	297,18	29,14	004/15

Figura 34: Planilla: "Control de Probetas". Figura tomada del registro que utiliza el laboratorio

Con los resultados del ensayo, se elabora un informe, que se envía al cliente una vez que la Administración de la Facultad de Ingeniería dio aviso al técnico de que el pago se ha acreditado correctamente, dado que la facultad no trabaja con cuenta corriente. Los informes son guardados en una carpeta que se tiene previamente creada para cada empresa en digital.

A continuación, se ha esquematizado el proceso del ensayo de compresión simple en probetas de hormigón mediante un diagrama de flujo:

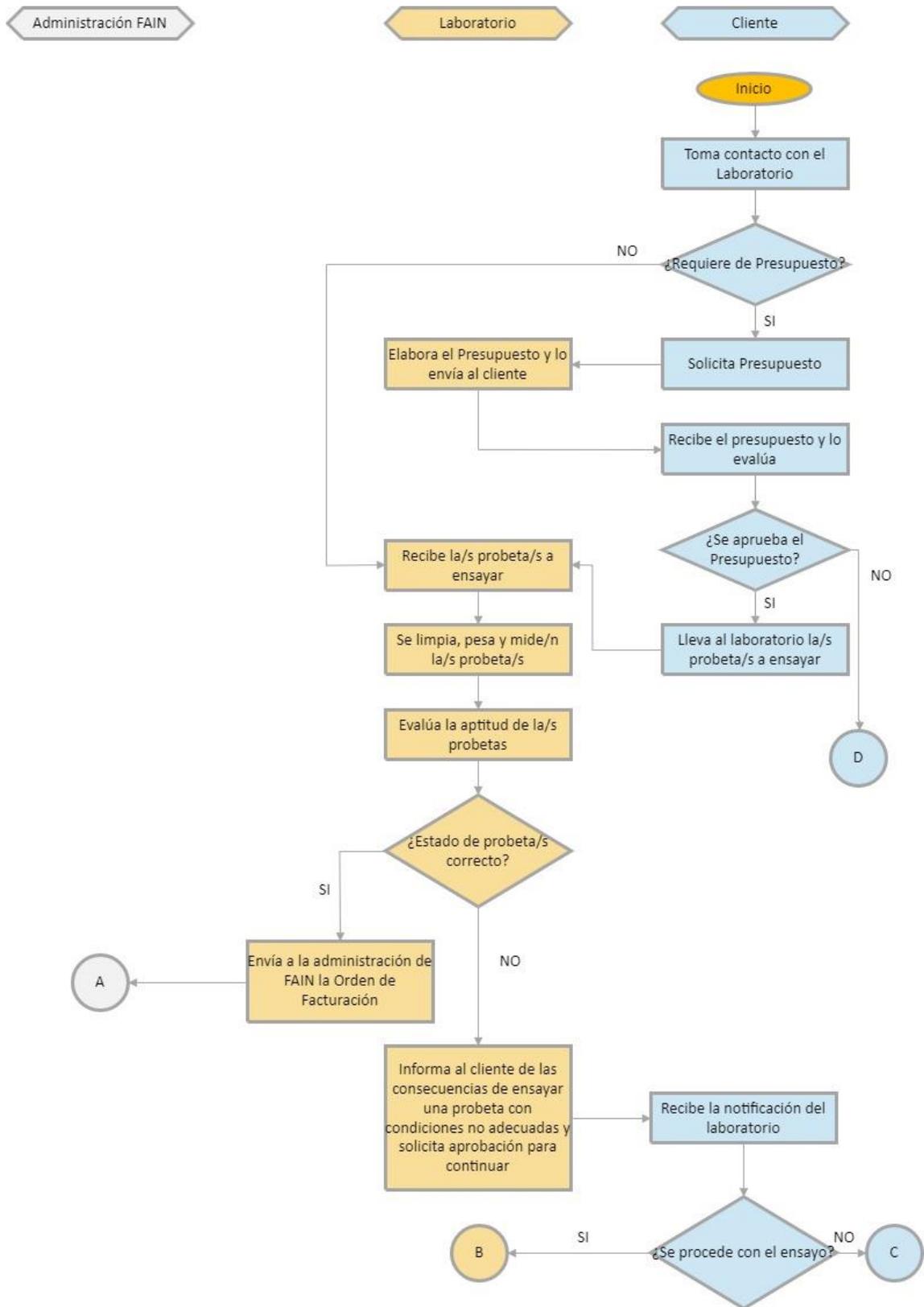


Figura 35: Diagrama de flujo del proceso completo parte A

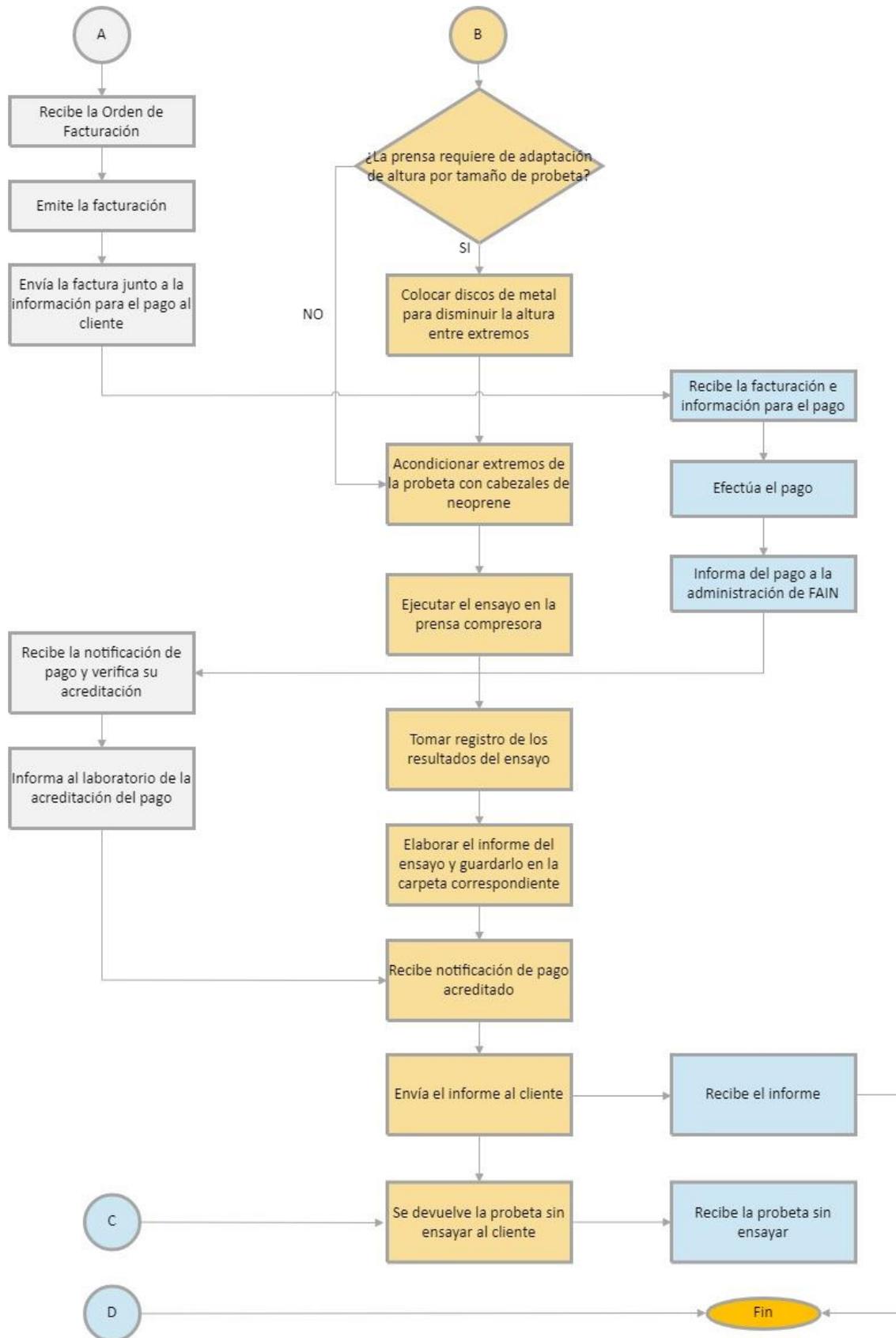


Figura 36: Figura 32: Diagrama de flujo del proceso completo, parte B

Únicamente se llevan registros del Ensayo de Compresión Simple en Probetas de Hormigón en la planilla "CONTROL DE PROBETAS". Para el resto de los ensayos no hay registros, se almacena la información en los informes que se guardan en las carpetas de cada cliente.

Se ha evidenciado que durante la ejecución del ensayo de compresión existe un buen nivel de aplicación de la normativa de referencia.

Oportunidades de mejora:

*Establecer una metodología documentada para la contratación de los servicios. Hacer uso de la normativa vigente actualizada.*

○ Capacidad Productiva

El Laboratorio de Ingeniería Civil cuenta con único técnico laboratorista, quien lleva a cabo las tareas para todos los sectores del mismo. Él manifiesta que por la cantidad de ensayos que se realizan el personal es suficiente.

En el año 2021 se han hecho 16 ensayos de compresión simple en probetas de hormigón, 2 ensayos de densidad, 2 ensayos de desgaste Los Ángeles y 1 calibración de presa. Según información obtenida del laboratorio, la baja cantidad quizás se ha debido a la pandemia.

Los tiempos desde el ingreso de un pedido por parte de un cliente hasta la entrega del informe del ensayo varían según el cliente y el tipo de ensayo. En el caso en que el cliente abone a tiempo por los servicios obtenidos del laboratorio y el ensayo no requiera de tiempos de curado o preparación de algún tipo, el tiempo total que demanda el proceso completo dura 3 días.

● Planificación y Programación de la Producción

La planificación y programación de los ensayos la elabora el técnico laboratorista. La prioridad para el Laboratorio de Ingeniería Civil es la asistencia en las actividades académicas, que se coordinan con los profesores y alumnos de las materias que deben hacer los ensayos, por lo que los ensayos a clientes externos se programan en función de la disponibilidad de tiempo que queda luego de las actividades académicas. El laboratorio no cuenta con una planificación documentada. No se tienen determinados los tiempos estándar de los procesos de ensayos que se realizan en el laboratorio.

Oportunidades de mejora:

*Realizar un estudio de tiempos y determinar los tiempos estándar de operación para cada uno de los ensayos que se realizan en el Laboratorio.*

*Establecer un método de planificación con un modelo estándar, mediante algún software, planilla, etc. que facilite la coordinación, planificación y programación de las actividades en función de los tiempos estándar de cada ensayo.*

- Plazos de Entrega

Los plazos de entrega se cumplen dado que son pactados entre el técnico laboratorista con los clientes en función de la disponibilidad de tiempo que se tiene. El laboratorista comenta que no se compromete a tomar un trabajo o pactar un tiempo de entrega que no considera que puede cumplir. El laboratorio no cuenta con registros de plazos de entrega y variaciones en los mismos. Según informa el personal del laboratorio, no han tenido inconvenientes con los clientes dado que antes de aceptar realizar el trabajo, informan el plazo de entrega de cada ensayo y en función de la respuesta con el cliente, se decide continuar o no con el ensayo.

Anteriormente se han encontrado desvíos en los tiempos de emisión y envío de facturación a cargo de la administración de la Facultad de Ingeniería a los clientes, tardando hasta cuatro días para tales labores, demorándose luego la entrega posterior del informe del ensayo. Esto se ha mejorado en los últimos dos años, demorando uno o máximo dos días desde que la administración de FAIN recibe la orden de facturación hasta que emite y envía la misma al cliente.

Oportunidades de mejora:

*Considerar la incorporación al registro Control de Probetas , del plazo pactado y el real, a fin de poder analizar desvíos en los plazos de entrega.*

- Registros-Generación de Información de la Producción

Únicamente se hace uso de una planilla para el registro de los datos correspondientes a los ensayos de compresión simple en probetas de hormigón. Este registro se encuentra en formato Excel y su denominación es "CONTROL DE PROBETAS". Está diseñada para que se ingresen los siguientes datos: número de laboratorio, identificación de obra, solicitante, trazabilidad, fecha de moldeo, fecha de ensayo, edad (días), diámetro (cm), altura (cm), peso (g), carga (KN), tensión (Kg/cm<sup>2</sup>), tensión (MPA), número de orden de trabajo y carga (kg). Sin embargo, la columna de trazabilidad, diámetro, altura, peso, tensión y número de orden de trabajo no son completadas. Los datos como altura, diámetro y peso se registran en formato papel y se vuelcan directamente sobre el informe de laboratorio.

Para el resto de los ensayos, los datos son plasmados directamente en los informes. Cada informe se guarda en una carpeta y cada cliente tiene una carpeta. Todo está en formato digital.

Oportunidades de mejora

*Adecuar el registro existente para que se carguen los datos que son necesarios e implementar un sistema similar para otros procesos con el fin de tener registros que permitan procesar los datos y obtener información para la toma de decisiones.*

- Materia prima, insumos y gestión de stocks

Las materias primas e insumos que se requieren para la elaboración de ensayos son principalmente: almohadillas de neoprene para los cabezales de las probetas, relojes (poco frecuente), cemento y agregados. Nuevamente, el laboratorista es quien detecta la necesidad de comprar los insumos y materia prima de manera visual, ya que el proceso no está documentado.

No se dispone de registros de stock de materias primas e insumos. El técnico es quien a partir de su identificación de necesidad de insumos y materia prima solicita presupuestos a los proveedores que ya tiene establecidos, evalúa los presupuestos y, dependiendo del monto de compra, solicita autorización al Departamento de Ingeniería Civil o a la Facultad de Ingeniería.

#### Oportunidades de mejora

*Diseñar un registro de stock de materia prima e insumos. Definir lotes de stock óptimos y puntos de pedido en función de la demanda de ensayos y el tiempo de reposición de los proveedores. Realizar una lista de proveedores aprobados, evaluarlos periódicamente y gestionar la información necesaria para llevar a cabo la compra.*

*Planificar una revisión periódica de los registros.*

- Seguridad, Higiene y Ambiente

La Facultad de Ingeniería tiene contratada una ART, quien se ocupa de brindar capacitaciones al personal de la misma, incluido el técnico laboratorista.

Hay matafuegos y el laboratorista hace uso de los elementos de protección personal que la Facultad le entrega. Los carteles obligatorios por la ART no se encuentran colgados para su visualización. Una vez al año, el laboratorista, confecciona un listado de elementos de protección personal que necesitará a lo largo de ese período. Los EPP que utiliza son: zapatos de seguridad, guardapolvos, guantes, gafas y cascos. En cuanto a las instalaciones, se observan espacios de trabajo con condiciones inseguras.

Parte de las instalaciones del Laboratorio no cumplen los estándares y normativa de seguridad (cables no canalizados que interrumpen la circulación del trabajador, cajas de seguridad sin tapas, carteles no colgados, entre otros).

En cuanto a la gestión ambiental, se generan residuos de tipo industrial que incluyen las probetas ensayadas principalmente, compuestas por hormigón (cemento, agregados). El encargado de gestionar estos residuos es el Técnico Laboratorista. El personal del laboratorio informó que la gestión ambiental es actualmente una problemática que tienen dado que no se está realizando el tratamiento adecuado de los mismos, no están identificados aunque sí se encuentran apartados físicamente.

Se observa que la aislación térmica y sistema de calefacción no son adecuados para el desarrollo de las actividades. Se manifiesta que en las estaciones de invierno y verano la temperatura dentro del laboratorio no es apropiada y el sistema de calefacción y refrigeración no es suficiente para acondicionar el espacio.

En cuanto a información documentada, el laboratorio cuenta con la siguiente documentación:

- Plan de contingencia: en este documento se detallan directrices necesarias para la actuación ante emergencias, como por ejemplo: incendio, tormenta eléctrica, sismo, accidentes graves.
- Evaluación de riesgos de puestos de trabajo: documento en el cual se identifican y valoran los riesgos.
- Procedimiento para el almacenamiento de sustancias químicas.
- Procedimiento para investigación de accidentes.

 LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL	PLAN DE CONTINGENCIA		
	Rev 0	Fecha 28/11/2017	Hoja 1/6

#### 1. OBJETIVO

El objetivo de este Plan de Contingencia es proveer los mecanismos y las directrices necesarias para brindar para una respuesta segura, organizada y eficiente ante situaciones de emergencia durante el desarrollo de las actividades diarias que se realizan en las instalaciones del laboratorio.

#### 2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a incendios, desastres naturales (tormentas eléctricas, tormentas de viento y sismos) y accidentes que surjan en el transcurso de las actividades llevadas a cabo en el laboratorio.

#### 3. RESPONSABILIDADES

##### 1. Directora de Departamento:

- Capacitar e informar a todos los usuarios del laboratorio sobre el presente documento, de modo que se conozcan todas las características del mismo.
- Realizar revisiones periódicas sobre su aplicación e informar sobre los cambios que se realicen.

##### 2. Representantes técnicos:

- Mantener cada sector del laboratorio en las condiciones de seguridad adecuadas, de acuerdo a las recomendaciones de este documento.
- Son los responsables operativos de los siniestros que se generen mientras estén ellos trabajando en servicios a terceros.

##### 3. Docentes:

- Instruir a los alumnos al inicio de las cursadas sobre el rol de contingencia ante cada siniestro.
- Son los responsables operativos de los siniestros que se generen durante el desarrollo de las prácticas de sus asignaturas.
- Informar a la dirección del Departamento sobre cualquier imprevisto que se presente.
- Verificar las condiciones de seguridad antes y después de cada práctica.

##### 4. Técnico:

- Detectar cualquier irregularidad que tenga que ver con las condiciones de seguridad del edificio e informar a la dirección del departamento.
- Es el responsable operativo de los siniestros que ocurran mientras se están llevando a cabo servicios a terceros, si no están los representantes técnicos.
- Mantener las salidas de emergencia fuera de obstáculos y verificar la carga de los extintores de incendio.

##### 5. Alumnos:

- Seguir las instrucciones del docente o en su ausencia del técnico.
- Mantener el orden del laboratorio durante el desarrollo de las prácticas.

Figura 37: Plan de contingencia. Figura tomada del Plan de Contingencia del Laboratorio

### Oportunidades de mejora

*Acondicionar la infraestructura del laboratorio a fin de que se cumpla con las reglamentaciones de Seguridad e Higiene.*

*Contemplar un sistema de calefacción y refrigeración que propicie condiciones de temperatura apropiadas para el desarrollo de las actividades.*

*Gestionar la correcta disposición de residuos.*

- Gestión de la Calidad

Según información obtenida en las entrevistas, desean implementar y certificar la Norma ISO 9001:2015 en el mediano al largo plazo, luego de que se materialice el proyecto de reforma del galpón.

El laboratorista informa que no tienen desvíos en cuanto a la calidad y que lleva a cabo los ensayos siguiendo lo indicado en las Normas IRAM correspondientes y luego informa los resultados en los informes que entrega a los clientes.

Las disconformidades que ha recibido por parte de los clientes fueron por haber esperado resultados diferentes a los informados, pero las razones de tales desvíos fueron debido a que las probetas no cumplían con las condiciones establecidas en las normas. En esos casos, se informa que el técnico laboratorista informó al cliente previo ensayar las probetas que las mismas no cumplían con los requisitos de la norma, y se procedió con el ensayo a pedido del cliente, habiendo prestado consentimiento para realizar el mismo.

Oportunidades de mejora

*Implementar un registro de quejas o disconformidades por parte de los clientes y un sistema de monitoreo de la satisfacción de los clientes.*

*Tomar acciones para prevenir disconformidades de los clientes, ya sea por cuestiones propias del laboratorio o ajenas.*

- Comercialización

Los ensayos a terceros del Laboratorio de Ingeniería Civil son solicitados por diversas razones, entre ellas, por ser un tercero independiente, por recomendaciones de empresas conocidas y por hacer ensayos que otros competidores no realizan.

Los clientes pueden solicitar presupuestos al correo electrónico del departamento o directamente contactarse con el laboratorista, quien confecciona las ofertas económicas.

Se realizan comparaciones con competidores en lo referente a precios del servicio, para no generar competencia desleal, ya que, de acuerdo a los lineamientos del laboratorio, el mismo no tiene objetivos de competencia con otros actores del ámbito privado que pueden realizar las mismas actividades.

Se menciona, a pesar de no tener un análisis de costos, que existe una diferenciación en los costos con respecto a otros laboratorios del ámbito privado, dado que se interpreta que no se incurren en algunos costos por no representar una erogación directa para el laboratorio y/o

la Facultad. Así mismo, se definen precios por encima de los que establecen las empresas que brindan los mismos servicios.

Oportunidad de mejora

*Realizar un análisis de los objetivos comerciales del laboratorio en función de los lineamientos estratégicos del mismo en relación al ámbito universitario del cual es parte.*

- Gestión de Costos

El laboratorio no identifica y clasifica los costos, por lo que tampoco posee un análisis del punto de equilibrio, toma de decisiones, objetivos y planeamiento en base a los costos del servicio.

Oportunidad de mejora

*Identificar y clasificar los costos para luego tomar decisiones en función del análisis de los mismos.*

### 3.3 Grado de cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015

En función del relevamiento realizado, se ha completado la lista de verificación del cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015 que se estructuró a partir del relevamiento bibliográfico, basada en guías de relevamiento para estos fines. Se muestra a continuación la tabla valorada cualitativamente con la siguiente referencia:

B: cumplimiento bajo

M: cumplimiento medio

A: cumplimiento alto

Requisitos	Preguntas	Valoración	Observación
<b>4. CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN</b>			
<b>4.1. Comprensión de la organización y de su contexto</b>	¿Tiene la organización una metodología para el análisis, seguimiento y revisión del contexto interno y externo?	<b>B</b>	La organización cuenta con identificación de algunos factores internos y externos que afectan al desempeño de la organización, aunque no tiene una metodología para el análisis, seguimiento y revisión del contexto interno y externo
	¿La organización ha identificado los factores externos e internos que afectan al desempeño de la organización?	<b>M</b>	
<b>4.2. Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas</b>	¿Se dispone en la organización de una metodología para detectar y analizar las expectativas y necesidades de las partes interesadas?	<b>B</b>	La organización no cuenta con una metodología establecida para detectar y analizar las expectativas y necesidades de las partes interesadas, aunque si tienen identificadas algunas necesidades y expectativas y éstas son tenidas en cuenta al momento de la planificación de los procesos
	¿Se han tenido en cuenta las necesidades y expectativas de las partes interesadas en la definición del sistema y su planificación de actividades?	<b>A</b>	
<b>4.3. Determinación del alcance del sistema de gestión de la calidad</b>	¿Existe documentación del alcance del sistema de gestión?	<b>A</b>	La organización tiene definido el alcance y cuenta con documentación relativa al mismo
<b>4.4. Sistema de gestión de la calidad y sus procesos</b>	¿Están identificados los procesos necesarios junto a sus entradas y salidas?	<b>M</b>	No todos los procesos y sus entradas y salidas se encuentran identificados
	¿Se han definido actividades de seguimiento e indicadores para el control de estos procesos?	<b>B</b>	No
	¿Se han identificado los recursos necesarios y las responsabilidades y autoridades de cada proceso?	<b>A</b>	Si
	¿Se han definido los procesos teniendo en cuenta los riesgos y oportunidades?	<b>A</b>	Si

Tabla 2: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 4 de la Norma ISO 9001:2015

Requisitos	Preguntas	Valoración	Observación
<b>5. LIDERAZGO</b>			
<b>5.1. Liderazgo y compromiso, 5.1.1. Generalidades, 5.1.2. Enfoque al cliente</b>	¿Muestra la alta dirección el liderazgo y compromiso respecto al sistema de gestión de la calidad?	<b>M</b>	
	¿Promueve la dirección el cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión?	<b>M</b>	
	¿Mantiene la dirección un enfoque al cliente en el establecimiento y desempeño del sistema de gestión de la calidad?	<b>A</b>	
<b>5.2. Política</b>	¿Cuenta la Organización con una declaración de Política de Calidad?	<b>B</b>	La organización no cuenta con una declaración de Política de Calidad
	¿Incluye la política los compromisos de cumplimiento de requisitos y mejora continua?	<b>B</b>	
<b>5.2.1. Establecimiento de la política de calidad, 5.2.2. Comunicación de la política de calidad</b>	¿La política se encuentra disponible para las partes interesadas? ¿Es comunicada y entendida dentro de la organización?	<b>B</b>	
<b>5.3. Roles, responsabilidades y autoridades en la organización</b>	¿Existe evidencia en la definición de responsabilidades y autoridades para cada uno de los roles de la organización?	<b>A</b>	Si. La organización cuenta con un organigrama y tablas de responsables por sectores
	¿Estas responsabilidades y autoridades han sido comunicadas y entendidas en toda la organización?	<b>A</b>	Si

Tabla 3: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 5 de la Norma ISO 9001:2015

Requisitos	Preguntas	Valoración	Observación
<b>6. PLANIFICACIÓN</b>			
<b>6.1. Acciones para abordar riesgos y oportunidades</b>	¿Se han identificado los riesgos y oportunidades relacionados con el análisis de contexto, las necesidades de las partes interesadas y los procesos?	<b>M</b>	Se han identificado riesgos y oportunidades de manera informal
	¿Se han planificado acciones para abordar los riesgos y las oportunidades? ¿Cómo lo hacen?	<b>B</b>	No
<b>6.2. Objetivos de la calidad y planificación para lograrlos</b>	¿Se han establecido objetivos coherentes con la política de la calidad?	<b>B</b>	No hay evidencia del establecimiento de objetivos
	¿Los objetivos son medibles y disponen de metodología de seguimiento?	<b>B</b>	
	¿La planificación de los objetivos contempla las actividades, los recursos, los plazos y las responsabilidades para su realización?	<b>B</b>	
	¿Se han comunicado los objetivos en la organización en los niveles pertinentes?	<b>B</b>	
<b>6.3. Planificación de los cambios</b>	¿Los cambios realizados en el sistema de gestión de la calidad han sido planificados?	<b>B</b>	No hay registro de cambios que se hayan realizado en el sistema de gestión de la calidad y tampoco de su planificación
	¿Los cambios a realizar tienen en cuenta las consecuencias potenciales y la integridad del sistema de gestión de la calidad?	<b>B</b>	
	¿Los cambios tienen en cuenta la necesidad de recursos y la asignación de responsabilidades?	<b>B</b>	

Tabla 4: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 6 de la Norma ISO 9001:2015

Requisitos	Preguntas	Valoración	Observación
<b>7. APOYO</b>			
<b>7.1 Recursos, 7.1.1. Generalidades, 7.1.2. Personas</b>	¿La organización dispone de los recursos necesarios para el correcto desempeño de los procesos? ¿Cómo se determina cuáles son necesarios?	<b>M</b>	La organización determina los recursos necesarios de manera informal. No dispone de todos los recursos necesarios para el correcto funcionamiento de los procesos
	¿La organización ha determinado y proporcionado las personas necesarias para la implementación eficaz del sistema de gestión de la calidad?	<b>A</b>	Si
<b>7.1.3. Infraestructura</b>	¿Se han identificado las infraestructuras necesarias para la operación de los procesos?	<b>A</b>	Si
	¿Se está realizando un mantenimiento adecuado de las infraestructuras?	<b>M</b>	No se evidencia un mantenimiento adecuado de las infraestructuras
	¿Se han definido las operaciones y responsabilidades relacionadas con el mantenimiento?	<b>B</b>	No
<b>7.1.4. Ambiente para la operación de los procesos</b>	¿La organización ha identificado el ambiente necesario para la operación de los procesos?	<b>A</b>	Si
	¿Se han planificado actividades adecuadas para la conservación del adecuado ambiente de trabajo?	<b>B</b>	No
	¿Se encuentran planificadas las actividades, plazos y responsabilidades para asegurar el adecuado ambiente para los procesos?	<b>B</b>	No

Tabla 5: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 7 de la Norma ISO 9001:2015

Requisitos	Preguntas	Valoración	Observación
<b>7. APOYO</b>			
<b>7.1.5. Recursos de seguimiento y medición</b>	¿Se han identificado los recursos de seguimiento y medición necesarios para la realización de las inspecciones y controles?	B	No
	¿Se han planificado operaciones para asegurar la fiabilidad de los recursos a emplear en las mediciones?	B	No
	¿Se conservan registros de las operaciones de verificación/calibraciones realizadas?	B	No
<b>7.1.6. Conocimientos de la organización</b>	¿Ha determinado la organización los conocimientos necesarios para la operación de sus procesos y para lograr la conformidad de los productos y servicios?	A	Si
	¿Estos conocimientos son mantenidos y puestos a disposición del personal de la organización?	A	Si
<b>7.2. Competencia</b>	¿Se han determinado las competencias necesarias de las personas para realizar las tareas del sistema de gestión de la calidad?	A	Si
	¿Se han emprendido acciones para asegurar o mejorar la competencia del personal de la organización?	M	Si. Se han planificado capacitaciones para el personal. Sin embargo, no se encuentran planificadas
	¿Existen evidencias documentadas de la competencia necesaria?	A	Si

Tabla 6: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 7 de la Norma ISO 9001:2015

Requisitos	Preguntas	Valoración	Observación
<b>7. APOYO</b>			
<b>7.3. Toma de conciencia</b>	¿Se han realizado acciones para asegurar que las personas tomen conciencia de la política de la calidad y los objetivos de calidad?	<b>B</b>	No se cuenta con una política de calidad y objetivos de calidad definidos
	¿Se han realizado acciones para que las personas tomen conciencia de las consecuencias de incumplir los requisitos del sistema de gestión de la calidad?	<b>M</b>	Si bien no hay definida política ni objetivos de calidad de manera formal, el personal conoce las consecuencias de incumplir con requisitos del sistema de gestión de la calidad
<b>7.4. Comunicación</b>	¿Se han determinado las comunicaciones internas y externas pertinentes al sistema de gestión de la calidad?	<b>B</b>	No
	¿Se encuentra definido qué, cuándo, a quién, cómo y quién realiza cada comunicación?	<b>M</b>	De manera informal se conoce qué, cuándo, a quién, cómo y quién realiza las comunicaciones
<b>7.5. Información documentada</b>	¿Se ha identificado la documentación requerida por la norma y el propio sistema de gestión?	<b>M</b>	Se ha identificado parte de la documentación requerida por la norma y el propio sistema de gestión
	¿Se encuentra definido el formato y soporte de cada documento?	<b>B</b>	No
	¿Existe una metodología de revisión y aprobación adecuada?	<b>A</b>	Si
	¿La documentación está disponible en los puntos de uso para su consulta?	<b>A</b>	Si
	¿La documentación está protegida adecuadamente contra pérdida o uso inadecuado?	<b>M</b>	La documentación se encuentra protegida ante pérdida pero no ante uso inadecuado

Tabla 7: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 7 de la Norma ISO 9001:2015

Requisitos	Preguntas	Valoración	Observación
<b>8. OPERACIÓN</b>			
<b>8.1. Planificación y control operacional</b>	¿Se han identificado los procesos necesarios para cumplir los requisitos de los clientes?	<b>A</b>	Si
	¿Se han establecido criterios para la operación de los procesos?	<b>A</b>	Si
<b>8.2. Requisitos para los productos y servicios</b>	¿Se han determinado cuáles son las comunicaciones necesarias con los clientes?	<b>A</b>	Si
	¿Se determinan los requisitos de los clientes y adicionales de los productos y servicios a ofrecer?	<b>A</b>	Si
	¿Se han tenido en cuenta los requisitos legales asociados a los productos y servicios?	<b>A</b>	Si
	¿Se conserva toda la información documentada sobre las comunicaciones requisitos y revisiones con los clientes?	<b>M</b>	Se conserva la información documentada sobre algunas comunicaciones, dado que algunas de las mismas se hacen de manera telefónica
<b>8.3. Diseño y desarrollo de los productos y servicios</b>	¿Existe una planificación del diseño y desarrollo?	<b>B</b>	No
<b>8.4. Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente.</b>	¿Existe una metodología para el control de los productos y servicios de proveedores externos?	<b>B</b>	No
	¿Existen criterios para la evaluación, selección, seguimiento del desempleo y la reevaluación de los proveedores externos?	<b>B</b>	No

Tabla 8: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 8 de la Norma ISO 9001:2015

Requisitos	Preguntas	Valoración	Observación
<b>8. OPERACIÓN</b>			
<b>8.4. Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente.</b>	¿Se comunica a los proveedores externos los requisitos de los procesos, productos y servicios a proporcionar?	<b>M</b>	Si
<b>8.5. Producción y provisión del servicio</b>	¿Están la producción y provisión del servicio bajo condiciones controladas?	<b>A</b>	Si
	¿Se dispone de la información documentada y recursos necesarios para la operación?	<b>A</b>	Si
	¿Se aplican métodos adecuados para la identificación y trazabilidad de las salidas para asegurar la conformidad de los productos?	<b>A</b>	Si
	¿Se cuida, identifica y protege la propiedad perteneciente a clientes y proveedores externos?	<b>A</b>	Si
<b>8.6. Liberación de los productos y servicios</b>	¿Existe información documentada que evidencie la liberación y que permita la trazabilidad de la misma?	<b>A</b>	Si
<b>8.7. Control de las salidas no conformes</b>	¿Las salidas no conformes son identificadas para prevenir su uso o entrega no intencionada?	<b>A</b>	Si
	¿Se emprenden las acciones oportunas sobre el producto no conforme corrección, separación, información al cliente, etc.?	<b>A</b>	Si
	¿Se mantiene la información documentada de cada salida no conforme?	<b>A</b>	Si

Tabla 9: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 8 de la Norma ISO 9001:2015

Requisitos	Preguntas	Valoración	Observación
<b>9. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO</b>			
<b>9.1. Seguimiento, medición, análisis y evaluación, 9.1.1 Generalidades, 9.1.2. Satisfacción del cliente</b>	¿La organización evalúa el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la calidad?	<b>B</b>	No
	¿Existe una metodología definida para realizar el seguimiento de las percepciones de los clientes del grado en el que se cumplen sus necesidades y expectativas?	<b>B</b>	No
	¿Los clientes analizados son suficientemente representativos para conocer la satisfacción general de los clientes?	<b>B</b>	No
<b>9.1.3. Análisis y evaluación</b>	¿La organización dispone de unos datos de indicadores que permiten el análisis y calificación del diseño de los procesos?	<b>B</b>	No
	¿Está definida la metodología de seguimiento, responsabilidades y plazos de los indicadores?	<b>B</b>	No
<b>9.2. Auditoría interna</b>	¿Las auditorías internas se realizan de forma planificada?	<b>B</b>	No
	¿Se garantiza la competencia e independencia de los auditores internos?	<b>B</b>	No
	¿El alcance de la auditoría y los métodos son apropiados para evaluar la eficacia del sistema de gestión de la calidad?	<b>B</b>	No
	¿La dirección pertinente es informada de los resultados de auditoría?	<b>B</b>	No
	¿Se emprenden acciones para solventar los incumplimientos detectados en las auditorías internas?	<b>B</b>	No

Tabla 10: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 9 de la Norma ISO 9001:2015

Requisitos	Preguntas	Valoración	Observación
<b>9. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO</b>			
<b>9.3. Revisión por la dirección</b>	¿Se han incluido todas las entradas de la revisión presentes en la norma de referencia?	<b>B</b>	No
	¿Se han tratado todas las salidas necesarias requeridas por la norma de referencia?	<b>B</b>	No
	¿Existe una metodología definida y una planificación para la revalidación de las revisiones por la dirección?	<b>B</b>	No
	¿Se está empleando la revisión por la dirección como una herramienta de mejora del sistema de gestión de la calidad?	<b>B</b>	No

Tabla 11: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 9 de la Norma ISO 9001:2015

Requisitos	Preguntas	Valoración	Observación
<b>10. MEJORA</b>			
<b>10.1. Generalidades</b>	¿La organización planifica acciones para la mejora de la satisfacción del cliente y del desempeño del sistema de gestión de la calidad?	<b>B</b>	No
	¿Se contemplan para la mejora las necesidades y expectativas de las partes interesadas? ¿Se contemplan los riesgos y oportunidades para emprender acciones para la mejora?	<b>B</b>	No
<b>10.2. No conformidad y acción correctiva</b>	¿Existe una metodología para el tratamiento de las no conformidades y las quejas?	<b>B</b>	No
	¿Se está realizando un análisis de las causas de las no conformidades para emprender acciones correctivas?	<b>B</b>	No

Tabla 12: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 10 de la Norma ISO 9001:2015

Requisitos	Preguntas	Valoración	Observación
<b>10. MEJORA</b>			
<b>10.2. No conformidad y acción correctiva</b>	¿Existe análisis de la repetitividad de las no conformidades para emprender acciones correctivas?	<b>B</b>	No
	¿La documentación de las no conformidades y acciones correctivas es adecuada para conocer las causas, responsabilidades, resultado y análisis de la eficacia?	<b>B</b>	No
<b>10.3. Mejora continua</b>	¿La organización dispone de herramientas adecuadas para favorecer la mejora continua (objetivos, salidas de la revisión, acciones, etc.)	<b>B</b>	No
	¿Existen evidencias de estas mejoras planificadas por la organización?	<b>A</b>	Si bien no se disponen de herramientas para favorecer la mejora continua, se implementan mejoras y hay evidencia de ellas
	¿Las mejoras a emprender tienen en cuenta las necesidades y expectativas de las partes interesadas, el análisis del contexto y los riesgos y oportunidades?	<b>A</b>	Si

Tabla 13: Estado de cumplimiento de los requisitos del capítulo 10 de la Norma ISO 9001:2015

### 3.4 Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)

A continuación, se realiza un análisis mediante una matriz FODA del Laboratorio de Ingeniería Civil:

#### FORTALEZAS

- 1- El laboratorio posee personal altamente comprometido y experimentado.
- 2- El laboratorio es un ente universitario que tiene posibilidad de acceder a conocimientos interdisciplinarios.
- 3- El laboratorio cuenta con alta capacidad de obtener nuevos clientes debido a la divulgación de los servicios por parte del personal de la Universidad y estudiantes.

- 4- Debido a la cantidad de personas que realizan actividades en el laboratorio, hay muchas propuestas de mejora y participación en los procesos de mejora por parte de docentes y estudiantes.
- 5- Por ser un ente universitario, el laboratorio cuenta con facilidad de acceso al conocimiento que permite implementar las mejoras.
- 6- El laboratorio cuenta con infraestructura y equipamiento propio.
- 7- Debido a la pequeña estructura de personal, los costos relativos al mismo son bajos.
- 8- Bajo nivel de accidentes personales.
- 9- El laboratorio cuenta con metodologías definidas.

#### DEBILIDADES

- 1- Bajo nivel de digitalización y orden de la información del laboratorio.
- 2- Producto de las actividades del laboratorio, se generan residuos voluminosos sobre los que no se está gestionando de manera adecuada la disposición final.
- 3- Al pertenecer a la Facultad de Ingeniería y a su vez a la Universidad Nacional del Comahue, la estructura organizacional es compleja, por lo que las actividades que se realicen requieren de trámites y solicitudes que requieren de elevados tiempos de realización.'
- 4- Alto costo de reparación de equipamiento.
- 5- La infraestructura actual no es apropiada.
- 6- Se realiza una gestión deficiente del mantenimiento, reparaciones y calibraciones de equipos.
- 7- El laboratorio posee precios más altos que otros laboratorios.
- 8- El presupuesto con el que cuenta es escaso en función de las necesidades.
- 9- Elevada cantidad de tiempo destinado a la coordinación de actividades con clientes, estudiantes y profesores.
- 10- Dificultad para acceder a los servicios que el laboratorio precisa contratar.
- 11- Mala reputación por eventuales quejas de clientes no conformes.

#### OPORTUNIDADES

- 1- Amplia oferta de financiamiento para ampliar y mejorar su infraestructura a través de programas de financiamiento a Universidades.
- 2- Alta demanda en la región de capacitaciones brindadas por universidades.
- 3- Aumento de demanda de los servicios que ofrece el laboratorio por el incremento de la actividad de la construcción en la región.
- 4- Necesidad de las empresas de ensayar sus probetas en el laboratorio.

#### AMENAZAS

- 1- Disminución de la actividad en el laboratorio por la extensión en el tiempo de las restricciones sanitarias debido a la pandemia por COVID 19.
- 2- Aparición de nuevos competidores.
- 3- Aumento de la inflación y empeoramiento de la situación socioeconómica del país.
- 4- Demora en el pago por parte de los clientes.

### 3.5 Situaciones problemáticas relevadas y causas asociadas

A partir de la identificación de los problemas o pérdidas que se relevaron durante el diagnóstico, se realiza a continuación, una descripción de cada uno de los problemas, analizando causas y posibles consecuencias.

Proceso	Descripción
	Problema-Causa-Posible consecuencia
<b>Administración y Gestión de las Personas</b>	<p>No se evidencia documentación asociada a la gestión de las personas, como perfiles de puestos, plan de capacitaciones, procedimientos/instructivos asociados a procesos administrativos, vinculación y desvinculación del personal, evaluaciones de desempeño, entre otros.</p> <p>Dado que no se encuentran definidos los perfiles de puestos, no se han definido formalmente las competencias y requisitos del puesto, por lo que se dificulta la comparación con las competencias del personal contratado y, por lo tanto, la visualización de necesidades de mejora de habilidades y conocimientos del mismo. Esto genera que no se identifiquen las capacitaciones que deberían brindarse al personal y en consecuencia no se elabore un plan de capacitaciones</p> <p>Esta falta de documentación se debe a que la Universidad no cuenta con el personal y los recursos necesarios para trabajar en la gestión de las personas de los grupos de transferencia.</p>
<b>Gestión de la Infraestructura</b>	<p>El laboratorio se encuentra funcionando en una estructura edilicia provisoria que se acondicionó luego de una reciente mudanza. Si bien existe un proyecto para la construcción definitiva de las instalaciones próximo a concretarse, aún no se ha llevado a cabo dado que los tiempos de armado de proyecto y aprobación por parte de la Universidad son extensos porque el personal con el que cuenta la Universidad para gestionar y dirigir las obras está limitado y la gestión de adquisición de fondos depende de ingresos propios que genera el laboratorio y la posibilidad de acceder a fuentes de financiamiento, lo que dificulta lograr los fondos necesarios para la inversión en infraestructura. No disponer de un espacio definitivo no permite una distribución acorde al equipamiento que se requiere para el desarrollo de los procesos que se llevan a cabo en el laboratorio y tampoco colabora con la seguridad de las personas que desarrollan sus actividades ahí.</p> <p>El laboratorio se encuentra funcionando en una estructura edilicia provisoria que se acondicionó luego de una reciente mudanza. Si bien existe un proyecto para la construcción definitiva de las instalaciones próximo a concretarse, aún no se ha llevado a cabo dado que los tiempos de armado de proyecto y aprobación por parte de la Universidad son extensos porque el personal con el que cuenta la Universidad para gestionar y dirigir las obras está limitado y la gestión de adquisición de fondos depende de ingresos propios que genera el laboratorio y la posibilidad de acceder a fuentes de financiamiento, lo que dificulta lograr los fondos necesarios para la inversión en infraestructura. No disponer de un espacio definitivo no permite una distribución acorde al equipamiento que se requiere para el desarrollo de los procesos que se llevan a cabo en el laboratorio y tampoco colabora con la seguridad de las personas que desarrollan sus actividades ahí.</p>

Tabla 14: Descripción de los Problemas - Causas - Posibles Consecuencias

Proceso	Descripción
	Problema-Causa-Posible consecuencia
Gestión de Mantenimiento	<p>Se ha relevado durante el diagnóstico que se realiza un mantenimiento por averías, es decir se interviene una vez que se ha manifestado la falla o inconveniente en el equipamiento. Se evidencia listado de equipamiento desactualizado y sin evaluación de criticidades y falta de plan de mantenimiento preventivo. Estos tres faltantes hacen que, al no conocer el estado actual y real de cada equipamiento y su criticidad, no se pueda elaborar un plan de mantenimiento preventivo a implementar. Esto produce que, al no prevenir ciertas fallas, se puedan producir las mismas y atrasar o no poder dar respuesta a las solicitudes por parte de los clientes, generando pérdidas económicas, retrasos en los plazos de entrega pactados, potenciales pérdidas de clientes, entre otros.</p>
	<p>Se evidenció que no se está ejecutando el plan de calibraciones, aunque se lo tiene planificado. Según informó el personal del laboratorio, el proveedor no ha podido dar respuesta al pedido por cuestiones propias del mismo y, desde el laboratorio, no se han retomado las gestiones para la calibración porque no hay una planificación de las actividades a realizar en relación a los procesos de apoyo al proceso principal del laboratorio y tampoco se han asignado las responsabilidades del personal sobre cada tarea. No llevar a cabo el plan de calibraciones podría hacer que el equipamiento no esté funcionando como debería y por lo tanto los ensayos que se realizan podrían estar arrojando valores incorrectos dado que el equipamiento podría estar desajustado y midiendo fuera de rango. Esto generaría pérdida de calidad en los servicios ofrecidos por parte del laboratorio.</p>

Tabla 15: Descripción de los Problemas - Causas - Posibles Consecuencias

Proceso	Descripción
	Problema-Causa-Posible consecuencia
<b>Gestión del Orden y Limpieza</b>	Durante el relevamiento de las instalaciones del laboratorio se han observado condiciones de orden y limpieza inadecuadas, lo que incluye disposición de equipamiento y materiales sobre los escalones de la escalera, cables colgando de manera desordenada y peligrosa, falta de señalización y cartelería, iluminación insuficiente, estanterías sin identificación y sin pintar, sillas tiradas en el piso, botellas sin rotular, entre otros. Las consecuencias de un incorrecto orden y limpieza pueden traer consecuencias tales como fatiga visual, aumento del riesgo de accidentes, aumento del tiempo de búsqueda de materiales y equipamiento, desconocimiento del stock disponible.
<b>Producción: Descripción del proceso</b>	<p>Se ha relevado que, para llevar a cabo las actividades, en especial el ensayo de compresión sobre probetas de hormigón, se hace uso de la metodología dada por la Norma IRAM 1546:1992. Actualmente, se encuentra disponible una nueva versión de la misma que data del año 2013, la cual es la vigente para el Organismo IRAM. Sería recomendable utilizar la última versión, dado que podrían no estar realizándose las actividades conforme a la normativa vigente, y generándose desvíos de acuerdo a la metodología vigente.</p> <p>Se observa que esta situación deriva de la falta de planificación de revisión de los métodos y normativa de aplicación.</p>
<b>Producción: Planificación del servicio, Plazos de entrega y Registros</b>	Se ha evidenciado durante el relevamiento que el laboratorio no cuenta con un método documentado y formalizado para la planificación de las actividades por lo que las mismas se van planeando según la necesidad entre el personal del laboratorio con los docentes de las cátedras que puedan requerir los servicios del laboratorio y el cliente. Tampoco se cuenta con un registro de los plazos de entrega establecidos y los reales por lo que no se está realizando un seguimiento de las variaciones en los mismos y tampoco se están detectando si existen plazos de entrega incumplidos. No disponer de un método de planificación podría generar dificultad a la hora de la planificación y aceptación de trabajos, en especial si aumentara la demanda de los mismos, así como no tener registro de los plazos de entrega reales y estipulados podría generar desvíos entre los mismos y no cumplir con el plazo prometido al cliente, que podría derivar en pérdida de calidad o potencial pérdida de clientes.

Tabla 16: Descripción de los Problemas - Causas - Posibles Consecuencias

Proceso	Descripción
	Problema-Causa-Posible consecuencia
<b>Producción: Planificación del servicio, Plazos de entrega y Registros</b>	Respecto de los registros, el laboratorio cuenta con una planilla para el proceso de los datos obtenidos durante los ensayos denominada "Control de Probetas" la cual contiene campos que no se utilizan. Se observa también que podría optimizarse la misma para que se agreguen campos de utilidad. Se observa que no se tiene planificada una revisión periódica del método y de los registros asociados.
<b>Materia prima, insumos y gestión de stocks</b>	Se ha evidenciado que el laboratorio no cuenta con un registro de cantidad de insumos y materia prima, tampoco con una lista de proveedores. Por lo que, podría suceder que, al no tener registro de la cantidad de materia prima e insumos que se necesitan, se podría producir un faltante de los mismos, generando desvíos en los plazos de entrega de los ensayos comprometidos, pudiendo ocurrir una potencial pérdida de clientes así como también de la calidad.
	En cuanto al listado de proveedores, al no contar con los proveedores identificados y disponer de la información de los mismos necesaria para la contratación y evaluación del servicio convenido, se dificulta tener un acceso a quién se puede comprar y referencias de los mismos. Esto también podría generar pérdida de calidad, ya que, como indica el requisito 8.4.2 de la Norma ISO 9001:2015: "La organización debe asegurarse de que los procesos, productos y suministros suministrados externamente no afectan de manera adversa a la capacidad de la organización de entregar productos y servicios conformes de manera coherente".

Tabla 17: Descripción de los Problemas - Causas - Posibles Consecuencias

Proceso	Descripción
	Problema-Causa-Posible consecuencia
Seguridad, Higiene y Ambiente	Se han relevado condiciones de Seguridad e Higiene inadecuadas. Se observa falta de capacitación al personal y falta de asignación de recursos para llevar a cabo las tareas de acondicionamiento del lugar en torno a los requerimientos de seguridad e higiene. Estas faltas podrían aumentar la probabilidad de que ocurran incidentes o accidentes, así como también inconvenientes legales por el incumplimiento de requisitos legales.
	También se han evidenciado dificultades en la gestión de los residuos porque el laboratorio genera residuos voluminosos que no pueden arrojarse a cestos de basura convencionales, lo que hace que se deba gestionar su disposición final de manera diferencial. Esta dificultad radica en la carencia de una metodología para la gestión de los mismos porque no se dedicó tiempo para el estudio de la normativa que regula la disposición de estos residuos y tampoco se designó al responsable de llevar a cabo esta investigación y elaboración de metodología.
Gestión de la calidad	Se ha evidenciado que el laboratorio no cuenta con un registro de quejas de clientes y encuestas de satisfacción. Disponer de estas herramientas, donde se registre la satisfacción del cliente podría contribuir a la hora de construir indicadores que permitan tomar decisiones para la mejora continua del laboratorio.
Comercialización del servicio	Se ha relevado que el laboratorio no tiene objetivos comerciales definidos para los servicios que presta al medio socio productivo. La Dirección del Laboratorio prioriza las actividades académicas por sobre las comerciales por lo que no se prioriza el establecimiento de objetivos comerciales. Los servicios a terceros se organizan en función de la disponibilidad de tiempo remante en relación a la priorización de las actividades académicas. No obstante, se observa que luego de identificar las necesidades y demandas del espacio de laboratorio para las actividades académicas, sería provechoso contar con una planificación comercial adecuada a la disponibilidad que permita optimizar el uso del mismo y brindar un servicio de mayor alcance a la industria y actores de la economía regional que puedan demandar los servicios.

Tabla 18: Descripción de los Problemas - Causas - Posibles Consecuencias

Proceso	Descripción
	Problema-Causa-Posible consecuencia
<b>Gestión de costos</b>	El laboratorio no cuenta con la identificación y clasificación de los costos asociados a la actividad del mismo. Es aconsejable identificar y clasificar los costos a fin de que el laboratorio cuente con información sobre los mismos que le permitan tomar decisiones de mejoras, de valorización de los trabajos y de optimización.
<b>Mapeo de procesos</b>	El laboratorio no tiene identificados todos los procesos alcanzados, sus interrelaciones, variables de control, y elementos de entradas y salidas. Contar con un mapeo completo de los procesos permitiría identificar y mejorar sus interrelaciones, y la correspondiente gestión de los mismos. Se evidencia falta de capacitación sobre la gestión por procesos.

Tabla 19: Descripción de los Problemas - Causas - Posibles Consecuencias

### 3.6 Determinación de los objetivos de mejora

En conjunto con el personal del Laboratorio se trabajó en la determinación de los objetivos de mejora en función de los problemas analizados, de lo que resultan los siguientes:

*Mejorar la gestión de los procesos alcanzados por el laboratorio mediante el mapeo de los mismos, la identificación de sus interrelaciones y la elaboración de procedimientos, instructivos y registros asociados que permitan la optimización del sistema. Este objetivo deberá alcanzarse en un tiempo de 8 meses.*

*Mejorar las condiciones de orden y limpieza, el uso del espacio de las instalaciones del laboratorio y aumentar la seguridad de las mismas mediante la implementación de un programa de Orden y Limpieza basado en la metodología 5S. Se considera que el presente objetivo deberá alcanzarse en un tiempo de 5 meses.*

*Optimizar la distribución en planta de máquinas, equipos y espacios de trabajo considerando el uso compartido de las actividades de servicios a terceros, académicas, de investigación y de extensión. Se considera que el presente objetivo deberá alcanzarse en un tiempo de 5 meses.*

*Mejorar la gestión del mantenimiento del equipamiento y la infraestructura del laboratorio y elaborar una planificación adecuada a las necesidades y complejidades del mismo. Se considera que el presente objetivo deberá alcanzarse en un tiempo de 3 meses.*

*Mejorar la gestión de personal, elaborar los perfiles de puestos, realizar evaluaciones de desempeño y desarrollar un plan de capacitación y formación alineado a los objetivos estratégicos del Laboratorio. Se considera que el presente objetivo deberá alcanzarse en un tiempo de 3 meses.*

### 3.8 Plan de acciones de mejora

Para llevar a cabo los objetivos propuestos se desarrolla el siguiente Plan de Acciones de Mejora. El mismo se ha estructurado en tres ciclos de seis meses cada uno. El plan contiene actividades basadas en herramientas que se enfocan en la mejora de los procesos del laboratorio para las oportunidades de mejora detectadas durante el diagnóstico productivo. También se ha incorporado una serie de capacitaciones y formaciones necesarias para el desarrollo de las metodologías propuestas. Se han planificado actividades de seguimiento de resultados y reuniones con la dirección para evaluar el estado de avances del programa. Al finalizar cada ciclo se propone la presentación de un informe de avances y al culminar el programa completo, se proyecta la presentación de un informe final.

En cuanto a los responsables de llevar a cabo cada actividad, se han designado como responsables al personal del laboratorio, es decir al técnico laboratorista y también a la dirección del mismo, pero considerando la pequeña estructura del mismo es que se propone que sean acompañados por asistencia externa mediante consultores que puedan asistir mediante un proceso de consultoría y también ejecutar acciones de mejora en conjunto.

CICLO 1 PLAN DE ACCIONES DE MEJORA - LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL									
Objetivo de Mejora	Metodología / Herramienta	Actividades	Responsable	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Mejora de Productividad	Círculos de Calidad	Conformación de Círculos de Calidad	Asistencia externa						
		Identificación de pérdidas de los procesos y análisis de causas	Dirección						
		Planificación de las acciones de mejora e implementación	Dirección						
Estandarización: Documentación General	Manual de Procedimientos documentado	Realizar mapeo detallado de procesos e interrelaciones	Dirección						
		Elaboración de procedimientos, instructivos y registros. Optimización de la documentación	Asistencia externa						
		Creación de documento maestro con sistema de control documental	Asistencia externa						
Gestión de la Infraestructura	Orden y Limpieza y Seguridad, Higiene y Ambiente	Realizar las gestiones necesarias para la concreción del proyecto final del edificio	Dirección						
Planeamiento Estratégico	Cuadro de Mando Integral	Cuadro de Mando Integral. Misión, visión y valores, objetivos estratégicos, indicadores y metas	Dirección						
Formación y Capacitación Específica	CC	Introducción a la implementación de Círculos de calidad	Asistencia externa						
	Análisis de procesos	Gestión por procesos. Controles operacionales. Mapeo y construcción de flujogramas	Asistencia externa						
Evaluación	Mejoras alcanzadas	Medición de las mejora. Análisis resultados. Comparación situación inicial y final. Estandarización.	Dirección						
Seguimiento de Dirección		Reunión con Dirección	Asistencia externa						
Informes		Elaboración de Informe de Avances	Asistencia externa						
		Entrega de Informe de Avances	Asistencia externa						

Tabla 20: Ciclo 1 Plan de Acciones de Mejora

CICLO 2 PLAN DE ACCIONES DE MEJORA - LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL									
Objetivo de Mejora	Metodología / Herramienta	Actividades	Responsable	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Mejora de Productividad Estandarización: Documentación General	Círculos de Calidad	Implementación de las acciones de mejora	Dirección						
	Manual de Procedimientos documentado	Creación de documento maestro con sistema de control documental	Asistencia externa						
Gestión de las Personas	Estructura, gestión y desarrollo de las personas	Elaboración de Perfiles de Puestos	Dirección						
		Elaboración de plan de capacitaciones	Dirección						
Gestión de la Infraestructura, Orden y Limpieza y Seguridad, Higiene y Ambiente	5S	Ejecución acciones 1° S: Selección. Selección de materiales no necesarios y descarte de los mismos	Técnico						
		Ejecución acciones 2° S: Ordenar. Controles visuales y de ubicación.	Técnico						
		Ejecución acciones 3° S: Limpiar. Eliminar fuentes que generan suciedad	Técnico						
		Ejecución acciones 4° S: Mantener. Mantenimiento de las acciones implementadas anteriormente	Técnico						
		Ejecución acciones 5° S: Autodisciplina. Incorporar las acciones como hábitos de trabajo	Técnico						
Formación y Capacitación Específica	5S	Metodología de Orden y Limpieza 5S	Asistencia externa						
	Personal	Estructura, desarrollo, evaluación y seguimiento de la gestión del personal	Asistencia externa						
Evaluación	Mejoras alcanzadas	Medición de las mejora. Análisis resultados. Comparación situación inicial y final. Estandarización.	Asistencia externa						
Seguimiento de Dirección		Reunión con Dirección	Asistencia externa						
Informes		Elaboración de Informe de Avances	Asistencia externa						
		Entrega de Informe de Avances	Asistencia externa						

Tabla 21: Ciclo 2 Plan de Acciones de Mejora

CICLO 3 PLAN DE ACCIONES DE MEJORA - LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL									
Objetivo de Mejora	Metodología / Herramienta	Actividades	Responsable	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18
Gestión de la Infraestructura, Orden y Limpieza y Seguridad, Higiene y Ambiente	Layout	Planeamiento: revisión de procesos, máquinas y equipos	Asistencia externa						
		Confección de propuestas de distribución en planta	Asistencia externa						
		Análisis de propuestas: planos, diagramas de hilos y estudio de métodos y tiempo	Asistencia externa						
		Realizar la comprobación de layout: comparación de los indicadores hallados con los métodos propuestos	Asistencia externa						
		Ejecutar la distribución en planta seleccionada, realizar ajustes y poner en marcha la misma	Técnico						
Gestión del Equipamiento	Gestión del mantenimiento	Realizar listado de equipamiento e identificar criticidades	Técnico						
		Elaborar un plan de mantenimiento acorde a las criticidades e implementar	Dirección						
		Revisar el plan de calibraciones vigente y mejorar	Dirección						
Formación y Capacitación Específica	Layout	Herramientas para el planemiento de la distribución en planta	Asistencia externa						
	TPM	Mantenimiento Total del Servicio. Mantenimiento autónomo, preventivo, correctivo. Gestión Temprana.	Asistencia externa						
Evaluación	Mejoras alcanzadas	Medición de las mejora. Análisis resultados. Comparación situación inicial y final. Estandarización.	Asistencia externa						
Seguimiento de Dirección		Reunión con Dirección	Asistencia externa						
Informes		Elaboración de Informe Final	Asistencia externa						
		Entrega de Informe Final. Exposición de cierre del trabajo	Asistencia externa						

Tabla 22: Ciclo 3 Plan de Acciones de Mejora

## Capítulo 4: Resultados

### 4.1 Resultados del diagnóstico productivo

A continuación, se muestran los resultados esperados luego de la implementación del plan de acciones de mejora propuesto.

#### 4.1.1 Oportunidades de Mejora

Durante el diagnóstico productivo se han identificado diversas oportunidades de mejora según las áreas relevadas. A continuación, se muestra un gráfico con el aporte por área de cada oportunidad de mejora:

Área	Cantidad de Oportunidades de Mejora
Administración y Gestión de las Personas	4
Infraestructura (Mantenimiento, Layout, Orden y Limpieza)	5
Producción	7
Seguridad, Higiene y Ambiente	2
Calidad	2
Comercialización	1
Gestión de costos	1

Tabla 23: Resumen de la cantidad de oportunidades de mejora identificadas

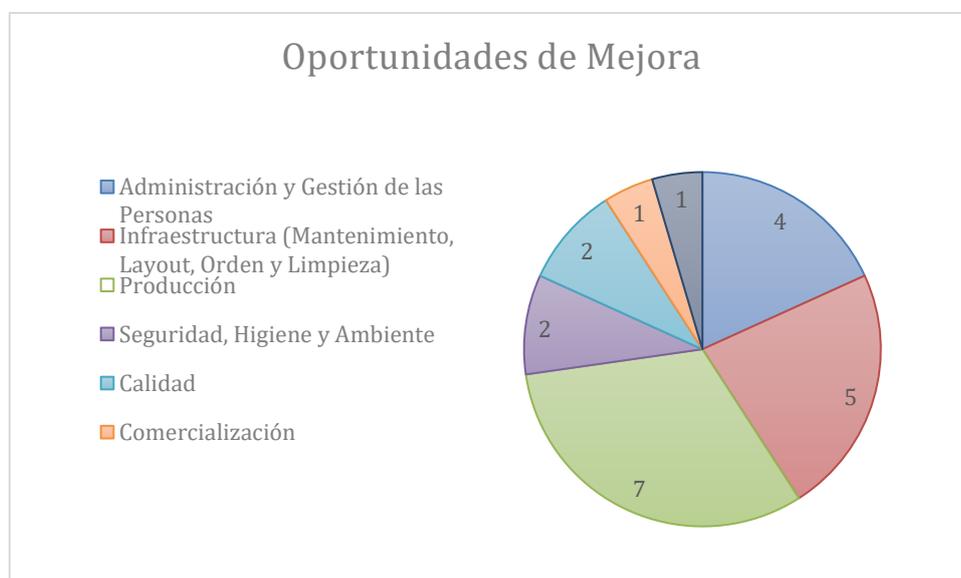


Figura 38: Cantidad de oportunidades de mejora identificadas por área

#### 4.1.2 FODA

En cuanto al análisis FODA, se han detectado 9 fortalezas, 4 oportunidades, 11 debilidades y 4 amenazas para el laboratorio.

#### 4.1.3 Situaciones problemáticas

Luego de realizado el relevamiento de la situación productiva del laboratorio, se han agrupado las situaciones problemáticas identificadas:

Área	Resumen de situaciones problemáticas
Administración y Gestión de las Personas	Falta documentación asociada a la gestión de las personas: perfiles de puestos, plan de capacitaciones, evaluaciones de desempeño, entre otros
Gestión Infraestructura	Distribución de equipamiento no apropiada
Gestión Mantenimiento	Falta plan de mantenimiento preventivo, listado de equipamiento desactualizado, plan de calibraciones no implementado
Gestión Orden y Limpieza	Condiciones de Orden y Limpieza inadecuadas
Producción: descripción del proceso	Empleo de normativa no vigente
Producción: planificación, plazos de entrega y registros	Falta actualización y optimización de los registros, falta método para planificación de los servicios
Materia Prima	No hay listado de materia prima ni proveedores
Seguridad, Higiene y Ambiente	Incumplimiento de normativa vigente de Seguridad e Higiene, dificultad en la gestión de los residuos
Calidad	El laboratorio no cuenta con encuesta de satisfacción ni registro de quejas por parte de los clientes
Comercialización	Faltan objetivos comerciales
Gestión de costos	No están identificados los costos

Tabla 24: Resumen de situaciones problemáticas

#### 4.1.4 Objetivos de Mejora

En conjunto con el personal de laboratorio se han identificado **5 objetivos de mejora** que apuntan a mejorar la gestión de los procesos que se llevan a cabo en el laboratorio, mejorar las condiciones de orden y limpieza y uso del espacio, mejorar las condiciones de seguridad e higiene, mejorar la gestión del mantenimiento del equipamiento y mejorar la gestión del personal.

#### 4.1.5 Plan de Acciones de Mejora

Luego de identificados los objetivos de mejora se han elaborado **3 planes de acciones de mejora estructurados en ciclos de seis meses cada uno**, a desarrollarse en un total de dieciocho meses. Se plantea la ejecución con el personal del laboratorio en conjunto con una asistencia externa dada la pequeña estructura del laboratorio.

En el mismo se han establecido acciones basadas en metodologías desarrolladas durante este Proyecto Integrador Profesional, dentro de las que se incluyen: Método de 5 S de Orden y Limpieza, Círculos de Calidad, Layout, TPM, entre otros.

También se ha considerado un espacio de formación para los temas: Método de 5 S de Orden y Limpieza, análisis de procesos, personal, Layout y TPM.

Además se contemplaron reuniones con la dirección del laboratorio para el seguimiento del plan y evaluaciones periódicas.

Finalmente, al culminar cada ciclo se propone la presentación de un informe de estado de avances y al finalizar el plan de acciones de mejora, el informe final.

#### 4.1.6 Relevamiento del grado de cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015

Durante el relevamiento de la situación productiva del laboratorio se ha completado una lista de verificación con preguntas orientativas para realizar una evaluación del cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015. A continuación, se muestra una tabla en la que se representa el estado de cumplimiento por capítulo y por requisito. Para tal fin se ha considerado la siguiente escala de valoración:

B: comprende las puntuaciones desde 1 a 4 inclusive

M: comprende las puntuaciones desde 5 a 7 inclusive

A: comprende las puntuaciones desde 8 a 10 inclusive

Capítulo	Requisito	Puntuación promedio por requisito	Puntuación promedio por capítulo
4	4.1	4,25	6,41
	4.2	5,75	
	4.3	9,00	
	4.4	6,63	
5	5.1	7,00	6,17
	5.2	2,50	
	5.3	9,00	
6	6.1	4,25	3,08
	6.2	2,50	
	6.3	2,50	
7	7.1	5,54	5,73
	7.2	8,00	
	7.3	4,25	
	7.4	4,25	
	7.5	6,63	
8	8.1	9,00	7,20
	8.2	8,25	
	8.3	2,50	
	8.4	3,67	
	8.5	9,00	
	8.6	9,00	
	8.7	9,00	
9	9.1	2,50	2,50
	9.2	2,50	
	9.3	2,50	
10	10.1	2,50	4,67
	10.2	2,50	
	10.3	9,00	

Tabla 25: Cumplimiento cuantitativo por requisito y por capítulo de la Norma ISO 9001:2015

El resultado promedio de cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015 para los procesos que tienen lugar en el laboratorio es 5,5, es decir, un cumplimiento medio.

Capítulo	Puntuación promedio por capítulo
Capítulo 4	6,41
Capítulo 5	6,17
Capítulo 6	3,08
Capítulo 7	5,73
Capítulo 8	7,20
Capítulo 9	2,50
Capítulo 10	4,67
<b>Promedio</b>	<b>5,11</b>

Tabla 26: Resumen de la puntuación promedio por capítulo del estado de cumplimiento de la Norma ISO 9001:2015

A continuación, se muestra un gráfico en el que se representó el estado de cumplimiento por capítulo:

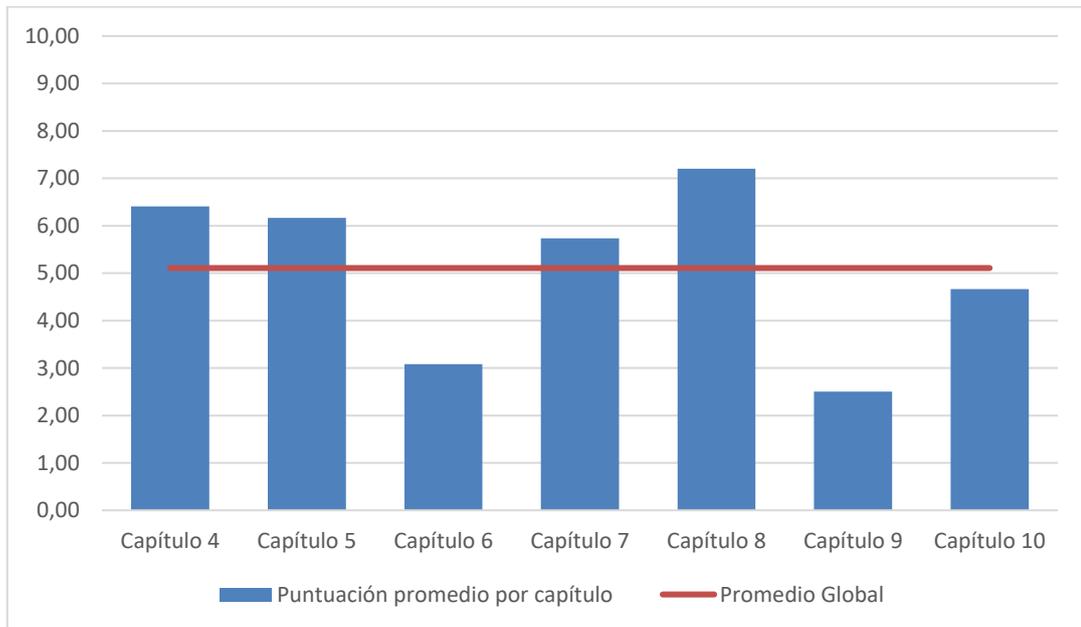


Figura 39: Gráfico del estado de cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015 por capítulo

## 4.2 Resultados esperados luego de la implementación del plan de acciones de mejora

Luego de la implementación del Plan de Acciones de Mejora propuesto se esperan los siguientes resultados:

Objetivo de Mejora	Resultados esperados
<b>Mejora de Productividad</b>	Se espera un aumento de la participación y compromiso del personal en las actividades de mejora del laboratorio y aumento de la productividad de los procesos desarrollados en el laboratorio.
<b>Estandarización: Documentación General</b>	Mejora en la estandarización de los procesos del laboratorio.
<b>Gestión de las Personas</b>	Se espera mejorar la Gestión de las Personas teniendo los perfiles de puestos establecidos y a partir de ellos generar un plan de capacitaciones que aumente los conocimientos del personal. También se espera a partir de las evaluaciones de desempeño identificar oportunidades de mejora en las condiciones laborales de los colaboradores.
<b>Gestión de la Infraestructura, Orden y Limpieza y Seguridad, Higiene y Ambiente</b>	Se espera que se pueda materializar el proyecto definitivo del laboratorio así como también, mejorar las condiciones de Orden y Limpieza, seguridad de las instalaciones y la prevención de accidentes e incidentes laborales y disminuir los tiempos de búsqueda de materiales y la fatiga visual.
<b>Gestión del Equipamiento</b>	Mejorar la gestión del mantenimiento del equipamiento mediante la identificación del mismo, evaluación de criticidades y elaboración de un plan de mantenimiento y calibraciones a implementar. Se espera que mediante un plan de mantenimiento preventivo se pueda prevenir la falla del equipamiento.
<b>Planeamiento Estratégico</b>	Mejorar el planeamiento estratégico del laboratorio mediante la determinación y seguimiento de los objetivos estratégicos.

*Tabla 27: Resultados esperados luego de implementado el Plan de Acciones de Mejora*

## Capítulo 5: Conclusiones

El presente trabajo, a partir de los objetivos determinados, los fundamentos teóricos desarrollados, la evidencia relevada en el análisis de la situación del Laboratorio de Ingeniería Civil a partir de la ejecución del diagnóstico productivo, la indagación sobre el grado de cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015, y el análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, permitió identificar problemáticas en torno a la gestión de la organización en cuestión. A partir del planteo del problema, fue posible establecer, en conjunto con los referentes del Laboratorio, objetivos de mejora que permitan profundizar en el estudio y análisis de las problemáticas para el abordaje de soluciones correctivas a la situación actual a partir del desarrollo de un plan de acciones de mejora.

En términos generales, se identifican aspectos de gestión del Laboratorio que deben ser mejorados y optimizados con el propósito de lograr una mayor eficiencia en los procesos que allí se desarrollan y una mejora productiva global. Se identificaron oportunidades de mejora relacionadas con la gestión estratégica, la administración, la gestión del personal, el orden y limpieza de los espacios, la gestión del mantenimiento de la infraestructura y equipos, entre otros aspectos plausibles de mejora.

El plan de acciones planteado pretende ser una herramienta para ordenar el proceso de mejora. El mismo se elaboró teniendo en cuenta las posibilidades de la estructura actual del Laboratorio para implementar y llevar adelante el proceso de mejora. No obstante, se evidencia la necesidad de ampliar los recursos con los que cuenta el Laboratorio en la actualidad, principalmente los relacionados con la estructura de personal y la infraestructura.

Las características y relevancia de los servicios que brinda el Laboratorio en relación a la actividad productiva de la región, la importancia del mismo en el proceso de formación académica de los y las estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, así como la posibilidad que brinda como espacio para las actividades de investigación de la Facultad de Ingeniería, evidencian la necesidad de fortalecerlo y potenciarlo. Es fundamental que esto se plantee en el marco del Plan Estratégico de la Facultad y la Universidad.

Por último, cabe destacar que este Proyecto Integrador Profesional ha sido una gran oportunidad para realizar una actividad profesional y ha permitido a la estudiante, quien escribe, aumentar la formación académica y aplicación de los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera.

## Bibliografía

Capitanich, Verónica (2016). Apuntes de Tecnología del Hormigón I, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue.

Formento, H., Ramírez, G. (2015) *Manual de buenas prácticas de consultoría para asesores en tecnologías de gestión*, Cuaderno tecnológico N°39. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Industrial-INTI

Giovambattista, A.; Bascoy, D.; Batic, O. (2016) *Reglamento CIRSOC 201 (2005): Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Industrial- INTI

Guidek, R.; Peiran, M.; Owczarczyn, L.; Rubio, M. (2017) *Introducción a las tecnologías de gestión, proceso productivo Cuaderno Tecnológico N°5*. (1ra edición) San Martín: Instituto Nacional de Tecnología Industrial-INTI

Hedera Consultores. *Cuestionario para la realización de auditoría interna de un sistema de gestión de la calidad Norma ISO 9001:2015*. Consultado el 9 de octubre de 2021, <http://hederaconsultores.com/docs/Check-list-auditoria-ISO-9001-2015.pdf> .

Heizer, Jay; Render, Barry. (2004) *Principios de administración de operaciones*. México: Pearson Education

Hitoshi, Kume. (1992) *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. Buenos Aires: Grupo Editorial Norma

Ishikawa, K. (1986). *¿Qué es el control total de la calidad? La modalidad japonesa*. Bogotá: Editorial Norma.

Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. (4ta edición) Oficina Internacional del Trabajo en Ginebra.

Kosmatka, Steven; Kerkhoff, Beatrix. (2004) *Diseño y control de las mezclas de concreto*. Mexico: Portland Cement Association.

Las siete herramientas básicas de la calidad (2012). Consultado el 11 de marzo de 2020. SPC Consulting Group, página web de servicios profesionales: <https://spcgroup.com.mx/7-herramientas-basicas/>

López, A.; Ramírez, G.; Rodríguez, M.; Wyngard, G. (2017) *Introducción a las tecnologías de gestión, proceso productivo Cuaderno Tecnológico N°1*. (1ra edición) San Martín: Instituto Nacional de Tecnología Industrial-INTI

Neville, Adam. (1998) *Tecnología del concreto*. México: Editorial Trillas

Nilson, Arthur. (2001) *Diseño de estructuras de concreto*. Colombia: McGraw Hill Interamericana

Norma IRAM 1546 (1992) *Hormigón de Cemento Portland - Método de ensayo de compresión*. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.

Norma Internacional ISO 9001 (2015) *Sistemas de gestión de la calidad -Requisitos*. Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza.

Organización Internacional del Trabajo. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Oficina del trabajo.

Pirosanto, I.; Alaluf, A.; Giannasi, E. (2017) *Introducción a las tecnologías de gestión, proceso productivo Cuaderno Tecnológico N°4*. (1ra edición) San Martín: Instituto Nacional de Tecnología Industrial-INTI

Pirosanto, I.; Owczarczyn, L.; Martínez, E.; Wyngard, G. (2017) *Introducción a las tecnologías de gestión, proceso productivo Cuaderno Tecnológico N°3*. (1ra edición) San Martín: Instituto Nacional de Tecnología Industrial-INTI

Pirosanto, I.; Wyngard, G.; Owczarczyn, L.; Rodríguez, M. (2017) *Introducción a las tecnologías de gestión, proceso productivo Cuaderno Tecnológico N°2*. (1ra edición) San Martín: Instituto Nacional de Tecnología Industrial-INTI

Rosso, Julián; Gariglio, Alejandro. (2016) *5S Guía de buenas prácticas de implementación*. (1ra Edición). San Martín: Instituto Nacional de Tecnología Industrial-INTI

Rubino, Juan Manuel (2018). *Apuntes de Organización y Evaluación de Proyectos*, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue.

Rubino, Juan Manuel (2019). *empresarial de las Pymes*  
Tesis de Maestría. Universidad Nacional del Comahue, Neuquén.

Scheid, J. C. (1987) *Los grandes autores en administración*. Barcelona: Ediciones Orbis.

Senge, P. (1990) *La quinta disciplina: el arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje*. Buenos Aires: Granica.

Tokutaro, Suzuki. (1995) *TPM en industrias de proceso*. España: TGP Hoshin

## Apéndices

### Apéndice A

#### Guía para el Diagnóstico Productivo

La siguiente guía se ha elaborado en base al relevamiento bibliográfico, a material de trabajo provisto por el tutor de este PIP y a los antecedentes de la carrera de Ingeniería Civil.

- **Etapas:**
  - 1) Entrevista con el/la responsable del Laboratorio
  - 2) Recorrida por las instalaciones

#### Entrevista con el/la responsable del Laboratorio

- **Introducción. Reseña de la empresa.**

Indagar en la historia del Laboratorio (breve) y los servicios que realizan. Clasificarlos e identificar los principales.

- **Datos Básicos:**

Nombre/denominación

Dirección

Personal: cantidad, puestos, datos de contacto.

Actividades: principal y secundarias

Principales proveedores

Principales clientes

- **Administración y Recursos Humanos**

¿Está definido el organigrama y se respeta la división de roles?

¿Están definidos los perfiles de puesto?

¿Qué porcentaje está afectado a la producción/servicios y cuánto a tareas de apoyo (administración, mantenimiento, pañol, etc.)?

¿Conoce las competencias de sus empleados y cuenta con un sistema de formación y evaluación para el desarrollo de capacidades?

¿Cómo se planifican las actividades de capacitación? ¿Se diseñan y aplican planes de formación continua? ¿Cómo se evalúa la efectividad de lo anterior? ¿Cómo se identifican las necesidades de capacitación en todos los niveles?

¿Tiene estimado el porcentaje promedio de ausentismo del personal? ¿Tiene tipificado los motivos del ausentismo? ¿Y la rotación?

¿Realiza evaluaciones de desempeño periódicas? Si tiene, ¿toma acciones de mejora en base a esa información?

- **Infraestructura:**
  - **Layout de planta**

¿Cuál es la superficie total y cubierta?

¿Cómo se define la distribución de los puestos de trabajo (celdas, en línea, posición fija, por proceso, etc.)?

¿Considera que existen demoras por esperas de material debido al transporte del mismo en el laboratorio?

¿Se encuentran identificadas y señalizadas las áreas de trabajo?

Sobre un croquis o plano de planta, esquematizar el recorrido de materia prima, productos semielaborados y personal, para luego contrastar en el recorrido.

- **Mantenimiento**

¿Tienen paros de máquina que afecten el servicio normal?

¿Realiza mantenimiento? ¿Qué tipo de mantenimiento realiza?

¿Cuentan con registros de mantenimiento?

¿Tienen identificados los equipos críticos (bajo algún criterio: costo de la falla, frecuencia de falla-indisponibilidad del equipo, costos relacionados a la productividad o facturación, ¿etc.)?

¿Cuáles equipos son de origen nacional y cuáles importados? ¿Cómo se gestiona el cambio de repuestos e insumos? ¿Son fáciles de adquirir localmente?

¿Poseen una planificación de mantenimiento anual?

¿Tiene implementado un sistema de orden y Limpieza para gestionar la infraestructura (instalaciones, equipos, máquinas)?

¿Realizan mantenimiento preventivo, predictivo? ¿Tienen implementado mantenimiento autónomo?

¿Realizan gestión temprana de equipos? ¿Realizan diseño y rediseño de equipos para evitar costos de mantenimiento?

¿Cómo gestionan la información para el mantenimiento (registros, planillas, procesamiento de datos, estadísticas de fallas, indicadores de mantenimiento: OEE, MTBF, MTTF, MTTRec, MTTRep, análisis de la información)?

¿Cuenta con instructivos o procedimientos de mantenimiento?

¿Posee los manuales o especificaciones técnicas de los equipos?

¿Cuenta con equipo de mantenimiento especializado?

¿Se terceriza algún mantenimiento especializado o reparación específica?

- **Prestación del Servicio**

- **Descripción del Proceso: pediría si tienen algún diagrama del proceso principal**

¿Cuentan con un flujograma del proceso?

Relevar el Proceso principal del Servicio del Laboratorio. Identificar etapas-procesos y su vinculación.

- **Capacidad Productiva**

¿Cuál es la capacidad instalada para la prestación del/de los servicio/s (por unidad de tiempo, ejemplo: mes)?

¿Cuál es el nivel de producción actual (por unidad de tiempo, ejemplo: mes)?

¿Realizan control de tiempos reales de la prestación del servicio?

¿Cuál es el tiempo total para la prestación de servicio?

¿Cuánto tiempo lleva desde que entra el pedido hasta que se inicia el servicio?

¿Cuál es el tiempo promedio de prestación de servicio en relación a la demanda ( $T = T_a / D$ . T: Takt Time, tiempo entre dos unidades consecutivas.;  $T_a$ : tiempo neto disponible para trabajar; D: demanda)?

¿Tienen identificado los CB y el CCR?

¿Tiene estudios de métodos y tiempos de los procesos de prestación del servicio?

- **Planificación y Programación de la prestación del servicio**

¿Cómo realizan la planificación, programación y control del servicio?

¿Cuáles son las fuentes de información que se utilizan para la planificación y programación? (ventas, ingeniería, producción, compras, almacenes, infraestructura y equipos, mano de obra, etc.)

¿Cuál es el criterio para definir el tamaño de lote del servicio?

¿Hay demoras en el proceso por deficiencias en la coordinación de actividades?

¿Se cumple la fecha de entrega al cliente final acordado? ¿Qué acciones toman cuando se incumplen los tiempos de entrega?

¿Tienen implementado un diagrama temporal para la planificación y programación de actividades?

¿Se tiene implementada una matriz de insumo-servicio contemplando la estructura de servicio (BOM)?

¿Es competitiva la tecnología de prestación del servicio del laboratorio?

- **Plazos de Entrega**

¿Se cumple la fecha de entrega acordada para el servicio? ¿En qué porcentaje?

¿Identifica plazos de entrega internos? ¿Cumple con los mismos?

¿Cómo define el plazo de entrega de los servicios del laboratorio?

¿Conoce el plazo de entrega de la competencia?

¿Sus proveedores y subcontratistas cumplen con los tiempos de entrega pactados?

¿Está afectado con frecuencia por condiciones ajenas a su organización (clima, rotura de vehículos de proveedor, etc.)??

- **Registros - Generación de información de Prestación del Servicio**

¿En qué etapa del proceso cuenta con registros?

¿Qué datos de los procesos de gestión se relevan? ¿Cómo se garantiza la protección, consistencia, oportunidad y validez de los datos? ¿Cómo se evalúa la efectividad de los métodos utilizados para recolectar datos y producir la información? ¿Qué se hace para mejorar la calidad de los datos y de la información? ¿Qué herramientas se utilizan para analizar los datos e información? ¿Tienen algún software para la gestión de la información? ¿Está hecho a medida o es un “enlatado”?

¿Cómo se analizan los datos? ¿Cómo se utiliza la información? ¿Agrega valor dicha información a los procesos de gestión y de mejora?

¿Dispone el Laboratorio de datos comparativos con otros laboratorios similares?

¿Se confeccionan gráficos de tendencias y tablas de resultados sobre de la base de información obtenida? ¿Muestran los resultados de las mediciones una tendencia a mejorar? ¿Se analizan dichos gráficos a fin de conocer las fortalezas y debilidades de la organización? ¿Utiliza la Dirección esta información para la toma de decisiones?

Recomendación: Revisar planillas en papel, hojas de Excel. Identificar campos incompletos, formatos, criterios de registración, Identificar el valor del desvío existente entre los valores planificados y los obtenidos, etc.

- **Gestión de Stocks (Materia Prima e Insumos)**

¿Cuáles son los insumos y materia prima que se utilizan con mayor frecuencia?

¿Cuál es el procedimiento de compra ¿Está documentado?

¿Cómo realizan la planificación del requerimiento de materiales?

¿Gestiona su nivel de inventarios por algún sistema?

¿Para cuánto tiempo le alcanza el stock de materiales?

¿Cuáles son los problemas más comunes a la hora de solicitar materiales?

¿Realiza análisis de proveedores críticos? ¿Posee al menos 2 proveedores confiables de sus insumos más importantes?

¿Hay demoras en el proceso productivo por falta de materiales?

¿Cuáles son las condiciones para la entrega de materiales/procesos tercerizados?

¿Posee stock mínimo o de seguridad? ¿Cómo calcula el mismo?

¿Conoce el monto en \$ de capital inmovilizado que mantiene?

¿Conoce el costo de adquisición, emisión del pedido (colocación en almacén, transporte, papeleo, etc.) y costo de almacenaje (mantener existencia)?

¿Tienen establecido los tamaños de lotes óptimos? ¿Cómo los definen?

- **Gestión de Calidad**

¿Cómo y con qué frecuencia se verifica que los procesos cumplen sus objetivos?

¿Está documentada la especificación de calidad que debe satisfacer su servicio?

¿Cómo y con qué frecuencia se verifica que productos, servicios, equipos e instrumentos se encuentran conforme a especificaciones previamente establecidas? ¿Cómo se detectan las causas de los errores y se implementan acciones correctivas? ¿Cómo se comunican los cambios a todas las unidades de trabajo que participan en el proceso?

¿Cuál es el porcentaje de servicios defectuosos?

¿Registran quejas y devoluciones del servicio?

¿Se llevan registros de los defectos surgidos durante los procesos de prestación del servicio? (fallas, retrabajos, etc.) ¿se toman contramedidas?

¿Son confiables los proveedores en cuanto a la calidad de la(s) materias primas entregadas?

¿Llevan a cabo el método de inspección acorde con la especificación de calidad?

¿Pueden conseguir materias primas con las especificaciones de calidad y cantidad requerida?

¿Hay variabilidad en la calidad de los materiales?

¿Organizan y realizan las acciones de mejoramiento de calidad en el piso de trabajo?

¿Realiza encuestas de satisfacción al cliente?

¿Posee un Sistema de Gestión de Calidad?

- **Comercialización**

¿Cómo define a su mercado objetivo?

¿Cuáles son los servicios sustitutos para sus principales unidades de negocios?

¿Cuáles son sus competidores directos? (Nombre de marca, principal fortaleza y debilidad detectadas)

¿Cómo está compuesta su cartera de negocios?

¿Qué recursos asigna dentro de la organización a la gestión comercial?

¿Con qué herramientas de comunicación se apoya la gestión comercial?

¿A través de qué canales comercializa sus productos/servicios? (Canales de distribución: cadena de intermediarios)

¿A través de qué medios comunica su marca?

¿Cuál es su nivel de precios en relación a la oferta del mercado?

¿Emplea estrategias de precio como descuentos por pronto pago, precios para segundos mercados, precio fijo más variable, etc.?

¿En qué etapa del ciclo de vida del producto se encuentran sus principales servicios?

¿Qué innovaciones y mejoras de productos/servicios ha desarrollado en los últimos 2 años?

- **Gestión de Costos**

¿Es competitivo el costo de su servicio?

¿Cómo determina el precio del servicio? ¿Cuál es la rentabilidad del Laboratorio?

¿Cuál es la estructura de costo de sus servicios principales? ¿Llevan a cabo el control de costos directos por servicio o proceso?

¿Cuál es el costo de materiales consumidos mensualmente para un nivel de servicio normal?

¿Conocen el costo fijo y variable del servicio? ¿Cómo asignan los costos indirectos?

¿Conocen el punto de equilibrio y el flujo de caja que poseen?

¿Cuál es la situación financiera del Laboratorio? ¿Cómo se financian?

¿Cómo es el sistema de control de costo de inventario?

¿Organizan y realizan acciones en el piso de trabajo para disminuir costos?

- **Seguridad, Higiene y Ambiente**

¿Posee Sistema de Gestión Ambiental?

¿Cuáles son los residuos que genera su actividad industrial/servicio? ¿Qué tipo de residuos? ¿son industriales o especiales? ¿Cómo lo gestiona (está inscripto como generador, tienen una zona de acopio acondicionada y definida, se contrata una empresa tratadora)?

¿Genera efluentes (líquidos/gaseosos)? ¿Están caracterizados? ¿Cómo se tratan? ¿Dónde se vuelcan?

¿Dispone de servicio de higiene y seguridad? ¿Cuántas horas mensuales? (se puede corroborar pidiendo el libro rubricado)

¿Cuentan con servicio de medicina del trabajo? ¿Poseen documentación de educación sanitaria, vacunación? ¿Se realizan exámenes periódicos? (se puede corroborar pidiendo el libro rubricado)

¿Se desarrolla un programa de ergonomía integrado por puesto de trabajo? (se puede preguntar si está bajo la resolución 886/15)

¿Poseen estudio de carga de fuego? ¿La cantidad de matafuegos es acorde a la carga de fuego? ¿Se encuentran recargados y con la PH correspondiente? ¿Acredita la realización de simulacros de evacuación? ¿Existe sistema de detección de incendios? ¿Las vías de escape son adecuadas?

¿Se realiza un estudio por puesto de trabajo para saber qué elementos de protección personal utilizar? los mismos ¿Se registran de manera adecuada? (Resolución 299/11)

¿Posee baños higiénicos? ¿Posee comedor, cocina, locker y vestuario?

¿Se brindan capacitaciones en los riesgos específicos de cada puesto de trabajo?

- **Recorrida por planta:**

La función es observar y a la vez constatar lo que se relevó en la entrevista con lo que vemos se observa en la planta donde se presta el servicio.

- Orden y limpieza.

¿Las áreas productivas y los depósitos se encuentran ordenados, limpios y señalizados? Observar la distribución de los sectores (disposición de los materiales, accesibilidad, estado de herramientas-ubicación, rotulación o identificación de elementos, sitios de acopio de material, estado de equipos y alrededores, etc.).

¿Es adecuado el flujo de materiales y partes entre los procesos de prestación del servicio y entre estos y el depósito? ¿Hay mucho material en proceso?

¿Se encuentran claramente identificados y ubicados los materiales en proceso, desperdicios y el scrap?

¿Los operarios/laboratoristas caminan por la planta? Observar la forma de transportar y estibar los materiales. Tamaño de lote que se transporta.

¿Hay máquinas y equipos con alto stock de semielaborados/materias primas?

¿Hay materiales y objetos que no corresponden al proceso en curso alrededor y/o sobre las máquinas? ¿Hay cables sueltos o colgando?

¿Se encuentra obstruido el acceso a los matafuegos, cortes de energía, salidas de emergencia, pasillos internos?

¿Las máquinas e instalaciones están en buen estado de operación?

¿Hay derrames de líquidos (aceite, agua, etc.)?

Ver si existe generación de residuos peligrosos, cómo lo gestionan.

¿Las herramientas y dispositivos se encuentran identificados y ordenados?

¿Tienen un lugar destinado para las herramientas, están ordenadas, las corto-punzantes poseen vainas-fundas? ¿Están en buen estado? ¿Las eléctricas poseen protecciones?

¿Las máquinas poseen protecciones para evitar riesgos? ¿Poseen parada de emergencia? ¿Poseen puesta a tierra individual? ¿Están señalizadas las partes salientes o móviles?

¿La iluminación es adecuada? ¿Se realizó la medición de iluminación bajo la resolución 84/12?  
¿Existe marcación visible de pasillos y caminos de circulación? ¿Hay instalado un sistema de iluminación de emergencia? ¿Están marcadas las salidas y caminos de evacuación?

¿Los aparatos para izar tienen identificada la carga máxima? ¿Se registra mantenimiento preventivo? el operador ¿Posee la capacitación para su uso?

## Apéndice B

En este apéndice se han incluido las fotos resultado de la recorrida por el laboratorio durante la realización del diagnóstico productivo. Las mismas fueron tomadas el día de la recorrida el 19 de noviembre de 2021.















