

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

PLAN DE PROYECTO PARA LA OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN EN LA
NORMA ISO 9001:2015 PARA EL ÁREA DE ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA
GEOTÉCNICA

MAURICIO ENRIQUE VARELA RAMÍREZ

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MASTER EN ADMINISTRACION
DE PROYECTOS

San José, Costa Rica

Febrero 2016

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como
Requisito parcial para optar al grado de Máster en Administración de Proyectos

Ing. Mónica Cascante Elizondo, MAP
PROFESORA TUTORA

Ing. Carlos Brenes Mena, MAP
LECTOR No. 1

Ing. Alexander Solís Barboza, MAP
LECTOR No. 2

Ing. Mauricio Enrique Varela Ramírez
SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A mi esposa y a mis hijos, que son la razón de mi existencia, quiénes han sido la motivación para día a día superarme y poder cumplir mis metas.

A mis padres y hermanos, para que como hasta ahora, siempre mantengamos la unión como familia.

Y a Dios, que siempre nos ilumina y nos da fortaleza para poder superar las pruebas a lo largo de nuestra vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Mónica Cascante Elizondo, profesora tutora, quien mediante sus consejos orientó el desarrollo de este trabajo.

A los profesores tutores, Carlos Brenes Mena y Alexander Solís Barboza, por su colaboración durante el proceso final de revisión de este trabajo.

A mis compañeros del Centro Servicio Diseño y de Ingeniería Geotécnica que me colaboraron con su tiempo, comentarios y documentación para la elaboración de este trabajo.

INDICE

HOJA DE APROBACION	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	v
INDICE FIGURAS	vi
INDICE CUADROS	vii
INDICE ABREVIATURAS	viii
RESUMEN EJECUTIVO	ix
1 INTRODUCCION.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Problemática.....	1
1.3. Justificación del problema.....	2
1.4. Objetivo general.....	2
1.5. Objetivos específicos.....	3
2 MARCO TEORICO.....	4
2.1 Marco institucional.....	4
2.2 Teoría de Administración de Proyectos.....	6
2.3 Otra teoría propia para el tema de interés.....	14
3 MARCO METODOLOGICO.....	15
3.1 Fuentes de información.....	15
3.2 Métodos de Investigación.....	17
3.3 Herramientas.....	20
3.4 Supuestos y Restricciones.....	21
3.5 Entregables.....	23
4 DESARROLLO.....	24
4.1 Revisión y ajustes de los mapeos de procesos de Ingeniería Geotécnica.....	28
4.2 Diagrama de pasos y requisitos de la normativa ISO 9001:2015 integrado con los servicios de Ingeniería Geotécnica.....	38
4.3 Propuesta de normalización de los servicios de Ingeniería Geotécnica.....	44
4.4 Recursos y Cronograma para la implementación.....	61
5 CONCLUSIONES.....	65
6 RECOMENDACIONES.....	67
7 BIBLIOGRAFIA.....	68
8 ANEXOS.....	70
Anexo 1: ACTA DEL PROYECTO.....	71
Anexo 2: EDT del PFG.....	74
Anexo 3: CRONOGRAMA DEL PFG.....	75
Anexo 4: EDT DEL PROYECTO.....	76
Anexo 5 CRONOGRAMA Y COSTOS DEL PROYECTO.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura Organizativa Grupo ICE	5
Figura 2 Distribución de costos y personal a lo largo del ciclo de vida de un proyecto	8
Figura 3 Ejemplo de un proyecto de una sola fase	9
Figura 4 Interacción de los Grupos de Proceso de un proyecto	11
Figura 5 Correspondencia entre los grupos de proceso de dirección y las áreas del conocimiento	13
Figura 6 Representación esquemática del macro proceso del sistema de gestión de Ingeniería y Construcción.....	25
Figura 7 Representación esquemática del proceso del Centro Servicio Diseño.....	29
Figura 8 Representación esquemática de los elementos de un proceso	30
Figura 9 Diagrama de Proceso Servicio de Experimentación Geotécnica	31
Figura 10 Diagrama de Proceso Servicio de Estudios Geotécnicos del Terreno	33
Figura 11 Diagrama de Proceso Servicio de Análisis y Diseños Geotécnicos del Terreno .	34
Figura 12 Diagrama de Proceso Servicio de Diseño y Análisis para Auscultación de Obras	36
Figura 13 Diagrama de Proceso Servicio de Participación en Estudios Ambientales.....	37
Figura 14 Representación de la estructura del ciclo PHVA	43
Figura 15 Propuesta preliminar de plantilla para el registro de inicio del servicio de diseño	46
Figura 16 Propuesta preliminar de plantilla de registro de entradas para el modelaje, análisis y diseño.....	55
Figura 17 Propuesta preliminar de plantilla para el registro de salida del servicio de diseño	60
Figura 18 Estructura detallada de trabajo resumida para la implementación de la norma ISO 9001:2015 para Ingeniería Geotécnica.....	63
Figura 19 Programa resumido para la implementación de la norma ISO 9001:2015 para Ingeniería Geotécnica	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Fuentes de información utilizadas	16
Cuadro 2 Métodos de investigación utilizados.....	19
Cuadro 3 Herramientas utilizadas.....	21
Cuadro 4 Supuestos y restricciones	22
Cuadro 5 Entregables.....	23
Cuadro 6 Resumen norma ISO 9001:2015.....	26
Cuadro 7 Requisitos capítulo 8.3 Diseño y Desarrollo de los Productos y Servicios Norma ISO 9001:2015.....	40
Cuadro 8 Diagnóstico situación documental Ensayos de Laboratorio	49
Cuadro 9 Diagnóstico situación documental Ensayos de Campo	52
Cuadro 10 Software disponible en Ingeniería Geotécnica	57
Cuadro 11 Documentos que deben ser elaborados	61
Cuadro 12 Resumen de tiempos y costos para la implementación de la norma ISO 9001:2015 para Ingeniería Geotécnica	64

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
IC	Ingeniería y Construcción
CSD	Centro Servicio Diseño
IGT	Ingeniería Geotécnica
ISO	International Organization for Standardization
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PMI	Project Management Institute
EDT	Estructura Detallada del Trabajo
PFG	Proyecto Final de Graduación

RESUMEN EJECUTIVO

La Gerencia de Electricidad del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ha girado instrucciones para que los Negocios que la conforman implementen las acciones tendientes para la obtención de la certificación en la norma ISO 9001:2015 para las actividades que desarrollan.

Actualmente, en Ingeniería y Construcción, específicamente en el Centro de Servicio Diseño (CSD), ya se están desarrollando las actividades para lograr la certificación en el año 2017 y bajo la norma ISO 9001:2015 en el Proceso de Gestión de los Servicios del Centro de Servicio Diseño. Esto como un primer servicio bajo esta normativa para, posteriormente, incorporar paulatinamente a la certificación, las actividades que desarrollan las diferentes áreas de especialidad.

En el Centro de Servicio Diseño ya existe una cultura de gestión de proyectos que, actuando bajo un sistema de gestión, ha llevado a la normalización muchas de sus actividades. No obstante, las áreas de especialidad aún deben elaborar en general los procedimientos definidos y estructurados de tal forma que puedan incorporarse a un sistema de gestión regido bajo la normativa ISO 9001:2015.

Este proyecto permitió, para el área de especialidad de Ingeniería Geotécnica (IGT), identificar en todos los procesos cuales procedimientos y métodos deben ser elaborados, de forma tal que se esté en capacidad de desarrollarlos en el corto plazo y de esta forma, poder solicitar la incorporación a la proyectada certificación actualmente en desarrollo. Esto permitirá gestionar oportunidades de negocios tanto a nivel del sector gobierno como en el sector privado al contar con los procesos certificados por una normativa tipo ISO 9001:2015, facilitando competitividad y mejoras en los procesos, que redundarán en un beneficio para los clientes.

El objetivo general de este proyecto fue desarrollar un plan de proyecto con el propósito de establecer los pasos y requisitos necesarios para obtener la certificación en la norma ISO 9001:2015 para el área de especialidad de Ingeniería Geotécnica con la finalidad de mejorar los procesos y beneficiar la competitividad.

Los objetivos específicos fueron: (1) revisar el mapeo de las actividades que desarrolla el área de especialidad para determinar sus elementos esenciales para orientar el desarrollo del PFG; (2) establecer los pasos y requisitos de la norma ISO 9001:2015 para asociarlos con los procesos objeto de normalización, para estructurar una lista de entregables en cumplimiento de ellos; (3) definir los procesos que deben ser objeto de normalización, para establecer los procedimientos y métodos que deben ser objeto de redacción; (4) establecer las necesidades de recursos y tiempo previstos para cada entregable para establecer un cronograma y presupuesto del proceso de implementación; (5) integrar en un documento (PFG) los procesos a seguir para estructurar la implementación de un sistema de calidad ISO 9001:2015 para el área de ingeniería geotécnica.

Para la realización de este trabajo se utilizaron tres metodologías. Primero, el método del mapeo, que permite en este caso -al tratarse de un sistema de gestión y desarrollarse actividades en diferentes procesos- estructurar el estudio, identificando -de una forma lógica- la cadena de acciones que llevan a la realización de un producto o servicio, sus partes y la relación entre ellas. Segundo,

el método analítico-sintético, el cual, partiendo de la descomposición hacia elementos más simples, permitió estudiar la situación actual de los procesos que ejecuta el área, para finalmente, mediante un proceso de síntesis, agrupar y definir cómo abordar la estandarización. Tercero, el método inductivo-deductivo que permitió el estudio de los casos particulares para obtener conclusiones de carácter general, utilizando para ello el estudio de las relaciones entre los diferentes procesos.

Dentro del alcance de la proyectada certificación del Proceso de Gestión de los Servicios del Centro de Servicio Diseño no se encuentra la ejecución de los procesos técnicos de diseño y desarrollo de los productos y servicios que ejecuta Ingeniería Geotécnica. En consecuencia, dentro del sistema de gestión a certificar los procesos técnicos serán considerados bajo la figura de proveedores externos. Esto requiere que los procesos técnicos del Centro de Servicio Diseño deban iniciar, de una forma alineada con el proceso de certificación principal, los esfuerzos para normalizar y documentar sus actividades, para posteriormente incorporarse a la certificación principal, siendo esto el objetivo final de este trabajo para el caso específico de Ingeniería Geotécnica.

De la revisión documental se determinó que se deben actualizar y mejorar los documentos ya elaborados (métodos de trabajo) a efectos de adecuarlos y alinearlos con un proceso de normalización bajo la norma ISO 9001:2015.

Se identificó que hay una cantidad importante de documentos que deben elaborarse a efectos de poder normalizar y documentar las diferentes actividades que realiza Ingeniería Geotécnica, que incluyen documentos relacionados con los ensayos de laboratorio y campo, procesos de análisis, diseño y auscultación, entre otros.

Se determinó que la elaboración de estos documentos y su implementación tomarán, acorde con el programa de trabajo elaborado y las premisas utilizadas, alrededor de 18 meses con un costo estimado de aproximadamente 107 millones de colones. Una vez concluida esta etapa de preparación documental y para poder lograr la certificación, deberán realizarse al menos dos auditorías internas de gestión y la implementación de las medidas correctivas como el paso final antes de solicitar la auditoría final al ente certificador.

Debe continuarse con la implementación de una cultura en gestión de calidad que debe hacerse gradualmente, a través de capacitación y sensibilización a los colaboradores, con la intención de favorecer la aceptación y evitar el rechazo a la implementación de un sistema de gestión bajo la norma ISO 9001:2015.

Debe asegurarse que una vez concluidos las diferentes etapas del proyecto los resultados sean evaluados de tal forma que permitan darle un seguimiento al cumplimiento del objetivo final de incorporar a Ingeniería Geotécnica a la proyectada certificación.

Se recomienda revisar la posibilidad de disminuir el tiempo de elaboración e implementación de los elementos documentales de la norma ISO 9001:2015 a un año como máximo, esto a efectos de evitar que un tiempo demasiado extenso haga perder impulso y limite el accionar del grupo.

1 INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

La Gerencia de Electricidad del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ha girado instrucciones para que los Negocios que la conforman implementen las acciones tendientes para la obtención de la certificación en la norma ISO 9001:2015 para las actividades que desarrollan.

A ese respecto, históricamente y como producto de su quehacer diario, en Ingeniería y Construcción (IC) se ha desarrollado una cultura de gestión de proyectos de infraestructura que ha implicado la normalización de muchas de sus actividades de diseño y construcción, esto actuando bajo un sistema de gestión.

Siendo congruente con ello y formando parte de Ingeniería y Construcción se encuentra el Centro de Servicio Diseño (CSD), que de igual forma ha desarrollado una gestión importante en el seguimiento y control de los proyectos que tiene bajo su responsabilidad, al abrigo de un sistema de gestión.

Es por ello que en la etapa de madurez actual, llevar adelante un proceso de normalización cuyo objetivo sea la obtención de la certificación en la norma ISO 9001:2015 es natural y consecuente con ese esfuerzo sostenido.

Actualmente, en Ingeniería y Construcción, específicamente en el Centro de Servicio Diseño, ya se están desarrollando las actividades para buscar certificar en el año 2017 y bajo la norma ISO 9001:2015 el Proceso de Gestión Integrada de Productos y Servicios de Diseño, como un primer servicio bajo esta normativa.

Este proyecto permitirá, en una etapa posterior, poder incorporar a la proyectada certificación, las actividades que desarrolla Ingeniería Geotécnica (IGT), como área de especialidad perteneciente al Centro de Servicio Diseño.

1.2. Problemática.

En el Centro de Servicio Diseño, como se mencionó previamente, ya existe una cultura de gestión de proyectos que, actuando bajo un sistema de gestión, ha llevado a la normalización de muchas de sus actividades.

No obstante lo anterior, las áreas de especialidad no cuentan, en general, con todos los procedimientos definidos y estructurados de forma tal que puedan

incorporarse a un sistema de gestión regido bajo la normativa ISO 9001:2015, que sería entonces el objetivo de este proyecto.

1.3. Justificación del problema

En concordancia con la instrucción recibida de la Gerencia de Electricidad del ICE, se requiere implementar las acciones necesarias para buscar la certificación de los procesos bajo la normativa ISO 9001:2015.

Es por ello que se plantea este proyecto, que permitirá para el área de especialidad de Ingeniería Geotécnica, identificar y definir en todos los procesos cuales procedimientos y métodos deberán elaborarse, de forma tal que se esté en capacidad de desarrollarlos en el corto plazo y de esta forma, poder solicitar la incorporación a la proyectada certificación actualmente en desarrollo.

El ordenamiento que conlleva la implementación de la norma ISO 9001:2015 permitirá un mejoramiento en los procesos actualmente en operación pues, al documentarlos, se pueden visualizar aspectos de mejora propiciando la conservación del conocimiento del área de especialidad.

Desde el punto de vista estratégico y bajo la visión de salir a gestionar oportunidades de negocios tanto a nivel del sector gobierno como en el sector privado, el contar con los procesos certificados para una normativa tipo ISO 9001:2015 permite ofrecer beneficios en competitividad y mejoras en los procesos, que redundarán en un beneficio para los clientes.

1.4. Objetivo general

- Desarrollar un plan de proyecto con el propósito de establecer los pasos y requisitos necesarios para obtener la certificación en la norma ISO 9001:2015 para el área de especialidad de Ingeniería Geotécnica con la finalidad de mejorar los procesos y beneficiar la competitividad.

1.5. Objetivos específicos.

- Revisar el mapeo de las actividades que desarrolla el área de especialidad para determinar sus elementos esenciales para orientar el desarrollo del PFG.
- Establecer los pasos y requisitos de la norma ISO 9001:2015 para asociarlos con los procesos objeto de normalización, para estructurar una lista de entregables en cumplimiento de ellos.
- Definir los procesos que deben ser objeto de normalización, para establecer los procedimientos y métodos que deben ser objeto de redacción.
- Establecer las necesidades de recursos y tiempo previstos para cada entregable para establecer un cronograma y presupuesto del proceso de implementación.
- Integrar en un documento (PFG) los procesos a seguir para estructurar la implementación de un sistema de calidad ISO 9001:2015 para el área de ingeniería geotécnica.

2 MARCO TEORICO

2.1 Marco institucional

2.1.1 Antecedentes de la Institución

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) fue creado mediante la promulgación del Decreto – Ley No. 449 del 8 de abril de 1943, con el objetivo de desarrollar las potenciales fuentes productoras de electricidad existentes en el país y prestar el servicio de electricidad a la población, que para la época, tenía graves problemas de desabastecimiento.

Posteriormente, en el año 1963 se le adicionó un nuevo objetivo al ICE cual fue mejorar, desarrollar y operar los servicios de telecomunicaciones, que para la época, presentaba saturación y descontento generalizado en la población.

Con el paso del tiempo, el ICE ha integrado a su grupo a otras empresas como la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A (CNFL), Radiográfica Costarricense S.A. (RACSA) y más recientemente a Cable Visión S.A., conformando con ello dos sectores con orientaciones de negocio muy bien definidas (Electricidad y Telecomunicaciones).

2.1.2 Misión y visión

El ICE, en el contexto de la apertura de mercados, ha reformulado su misión y visión, particularmente orientándose hacia la satisfacción de los clientes.

Según se puede observar en la página principal del Grupo ICE, la misión y la visión actual son las siguientes:

Misión: Somos la Corporación propiedad de los costarricenses, que ofrece soluciones de electricidad y telecomunicaciones, contribuyendo con el desarrollo económico, social y ambiental del país.

Visión: Ser una Corporación líder, innovadora en los negocios de electricidad y telecomunicaciones en convergencia, enfocada en el cliente, rentable, eficiente, promotora del desarrollo y bienestar nacional, con presencia internacional.

2.1.3 Estructura organizativa

El ICE tiene una estructura organizativa compuesta por dos niveles superiores (Consejo Directivo y Presidencia Ejecutiva) cuyos miembros son nombrados por el Consejo de Gobierno y que por lo general, cambian cada 4 años.

El Consejo Directivo es la máxima autoridad del ICE y está formado por siete miembros.

La Presidencia Ejecutiva está compuesta por un Presidente Ejecutivo y un grupo de apoyo nombrado internamente.

La Administración Superior la conforman la Presidencia Ejecutiva, la Gerencia Corporativa de Administración y Finanzas, la Gerencia de Telecomunicaciones y la Gerencia de Electricidad.

La estructura organizativa a nivel superior de la institución se muestra en la Figura 1.



Figura 1 Estructura Organizativa Grupo ICE (Fuente: tomado de Sitio Web Grupo ICE, 2015)

El proyecto que se pretende desarrollar tiene impacto en la Gerencia de Electricidad, pues Ingeniería y Construcción es uno de los Negocios en los que está estructurada la Gerencia de Electricidad.

2.1.4 Productos que ofrece

Enfocado en el sector de interés para el desarrollo de este trabajo (Ingeniería y Construcción – Centro de Servicio Diseño), se debe indicar que ésta es el área en la que se llevan a cabo todos los estudios y diseños de los proyectos de generación, transmisión e infraestructura en general que desarrolla el ICE.

A ese respecto, dentro del catálogo de servicios que ofrece Ingeniería y Construcción se pueden indicar los siguientes: estudios para las etapas de prefactibilidad, factibilidad, diseños básicos y diseños finales; supervisión e inspección de los procesos constructivos, monitoreo a los centros de generación y transmisión en operación, gestión de contratos, gestión de riesgo y seguridad de obras, servicios de laboratorio en geología, geotecnia e hidráulica, entre otros.

2.2 Teoría de Administración de Proyectos

2.2.1 Definición de Proyecto

En el PMI (2013) se define como proyecto lo siguiente: “Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto, cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto.”

Por su parte, la norma ISO 21500 define que: “Un proyecto es un conjunto único de procesos que consta de actividades coordinadas y controladas, con fechas de inicio y fin, que se llevan a cabo para lograr los objetivos del proyecto.”

Lledó (2013) por su parte señala, para efectos conceptuales, la diferencia entre lo que es un proyecto y lo que es un trabajo operativo, como una forma de tener más

claro que un proyecto es una actividad que no depende de la complejidad o magnitud del mismo, sino de sus características de único y temporal.

Un proyecto puede ser tan simple o tan complejo como así sea su naturaleza, puede ser de corta duración (semanas) a durar meses o incluso años (caso por ejemplo del desarrollo de un proyecto de generación o transmisión eléctrica), puede tener costos bajos y hacer poco uso de recursos o bien, tener un uso intensivo de recursos (mucho personal y maquinaria) y costos altos. Lo que permite definirlo como tal y para que pueda ser identificado como un proyecto es precisamente su característica principal de único y temporal.

2.2.2 Administración de Proyectos

La administración de proyectos (conocida también según el contexto o referencia como gerencia o dirección de proyectos) es, según la definición del PMI (2013), aplicar los conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto con el objeto de cumplir con los requisitos del mismo. En el caso del compendio de buenas prácticas que desarrolla el PMI (2013), esto se logra mediante la aplicación e integración de 47 procesos de administración de proyectos agrupados en el marco lógico de cinco grupos de procesos: Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control y Cierre.

Para administrar un proyecto, algunos aspectos de naturaleza general deben incluirse para garantizar el éxito, entre ellos:

- Identificar los requisitos del cliente,
- Identificar las necesidades y expectativas de los interesados buscando una adecuada comunicación con ellos,
- Elaborar los entregables del proyecto,
- Equilibrar las restricciones del proyecto, tales como alcance, calidad, cronograma, presupuesto, recursos y riesgos.

Al variar al menos uno de los factores que actúan como restricciones del proyecto, es probable que alguno de los otros se vea afectado, de ahí la importancia de llevar un control y seguimiento adecuado de todos.

2.2.3 Ciclo de vida de un proyecto

Se entiende como ciclo de vida del proyecto a las fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su finalización (cierre), que generalmente son secuenciales, determinándose en función de las necesidades de gestión y control de la organización, del área de aplicación y de la naturaleza del proyecto, PMI (2013).

Usualmente los proyectos, de forma independiente a su tamaño, complejidad, costo o duración, se configuran dentro de una estructura genérica conocida como ciclo de vida, cuyas etapas se indican a continuación:

- Inicio del proyecto,
- Organización y preparación,
- Ejecución del trabajo y,
- Cierre del proyecto

Esta estructura genérica puede representarse en una escala de tiempo contraponiéndola con la asignación de los recursos necesarios y el costo del proyecto, como se puede observar en la Figura 2.



Figura 2 Distribución de costos y personal a lo largo del ciclo de vida de un proyecto (Fuente: PMI 2013)

En términos generales, un análisis de la figura anterior permite observar que el costo y el recurso necesario para llevar adelante el proyecto son bajos al inicio, alcanzando su punto máximo de demanda y uso intensivo cuando el proyecto se encuentra en el proceso de desarrollo y disminuyendo gradualmente hacia el cierre del proyecto.

Por su parte, aunque un proyecto puede dividirse en cualquier número de fases, no hay una regla o estructura ideal o definida al respecto pues dependerá del tamaño, complejidad e impacto que tenga el proyecto. No obstante, dividirla en fases es una buena estrategia pues permite una división del proyecto en conjuntos más pequeños que a su vez ayudan a los procesos de dirección, planificación y control. Así por ejemplo, en la Figura 3 se muestra una división clásica para un proyecto que solo tiene una fase.

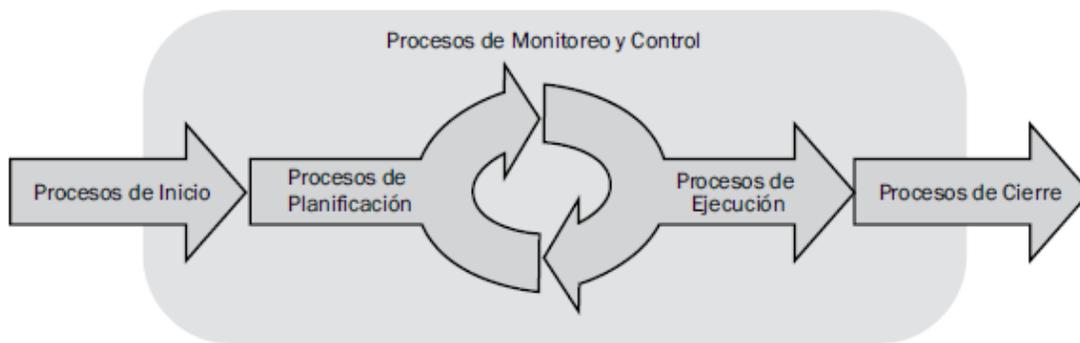


Figura 3 Ejemplo de un proyecto de una sola fase (Fuente: PMI, 2013)

Un proyecto que sea dividido en diferentes fases lo que hace generalmente es anidar ciclos de desarrollo que concluyen con la finalización de uno o más entregables a lo largo de su ciclo de vida.

2.2.4 Procesos en la Administración de Proyectos

El PMI (2013) aclara que un proceso es un conjunto de acciones y actividades, relacionadas entre sí, que se realizan para crear un producto, resultado o servicio predefinido, esto se caracteriza por las entradas, herramientas y técnicas que se pueden aplicar, y las salidas que se obtienen.

Los procesos del proyecto se pueden categorizar en:

- Procesos de la dirección de proyectos: Aquellos que aseguran que el proyecto avanza, a lo largo de su ciclo de vida, de una forma eficaz.
- Procesos orientados al producto: Aquellos que especifican y generan el producto del proyecto, siendo típicamente definidos por el ciclo de vida del proyecto por lo que varían según el área de aplicación y la fase del ciclo de vida en la que se encuentre el producto.

A su vez, según establece el PMI (2013), los 47 procesos de la dirección del proyecto se pueden agrupar en cinco categorías conocidas como Grupos de Procesos según se explica a continuación:

- Inicio: Aquellos que definen un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto existente, permiten obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase.
- Planificación: Son los procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, aclarar los objetivos y definir cómo se van a efectuar para alcanzar los objetivos iniciales.
- Ejecución: Los que se realizan para completar el trabajo que se definió en el plan para la dirección del proyecto.
- Monitoreo y Control: Aquellos que permiten darle trazabilidad al proyecto y evaluar su desempeño, identificando las áreas que requieran modificaciones o cambios.
- Cierre: Son los necesarios para finalizar las actividades y cerrar formalmente el proyecto o fase del mismo.

Estos grupos de procesos se relacionan entre sí por medio de las salidas que producen, siendo usual que se superpongan entre ellos a lo largo de las diferentes etapas del proyecto, esto se puede observar en la Figura 4.

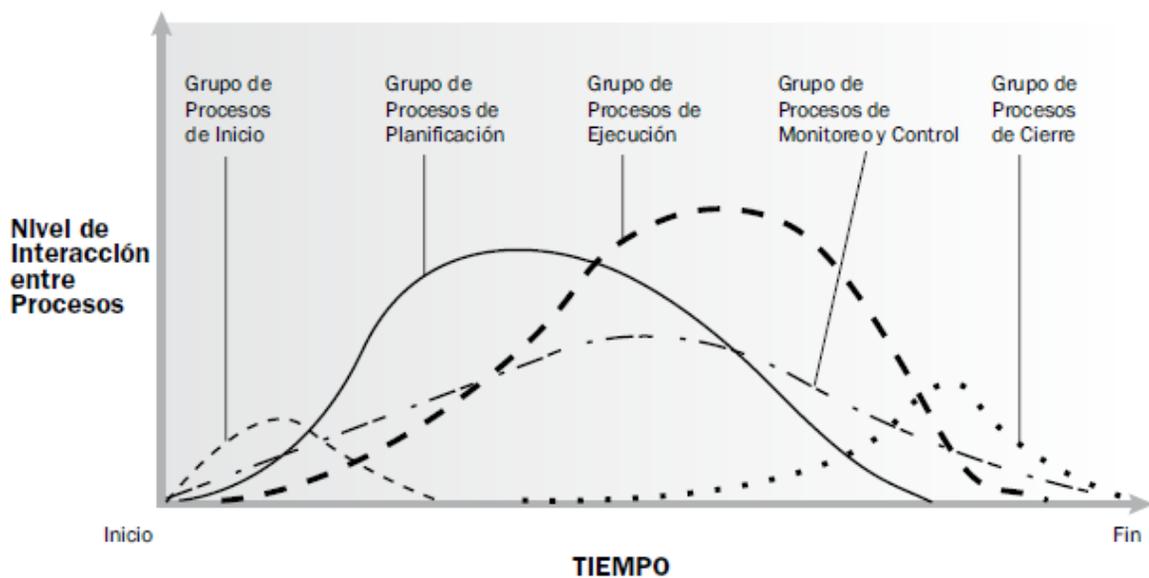


Figura 4 Interacción de los Grupos de Proceso de un proyecto (Fuente: PMI, 2013)

2.2.5 Áreas del Conocimiento de la Administración de Proyectos

Los 47 procesos que conforman la dirección de proyectos identificados por el PMI (2013) se pueden agrupar en diez Áreas del Conocimiento.

De acuerdo con el PMI (2013), un área de conocimiento representa un conjunto completo de conceptos, términos y actividades que conforman un ámbito profesional, un ámbito de dirección de proyectos o un área de especialización.

Por cada área del conocimiento el PMI (2013) proporciona una descripción detallada de las entradas y salidas del proceso, que junto con la aplicación de las técnicas y herramientas de uso más frecuente permiten obtener los resultados esperados.

Con base en lo que el PMI (2013) señala, a continuación se hará una breve descripción de cada área de conocimiento:

- Gestión de la integración del proyecto: Incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de la administración del proyecto.
- Gestión del alcance del proyecto: Desarrolla los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido para completar de una forma exitosa el proyecto.

- Gestión del tiempo del proyecto: Contempla los procesos necesarios para garantizar terminar el proyecto a tiempo dentro del plazo establecido.
- Gestión de los costos del proyecto: Incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos, de forma tal que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.
- Gestión de la calidad del proyecto: Contempla los procesos y actividades que establecen las políticas, el aseguramiento y el control de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades para las que fue acometido.
- Gestión de los recursos humanos del proyecto: Considera los procesos que organizan, gestionan y dirigen de forma eficiente al equipo del proyecto.
- Gestión de las comunicaciones del proyecto: Desarrolla los procesos necesarios para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.
- Gestión de los riesgos del proyecto: Desarrolla los procesos para llevar a cabo la planificación integral de la gestión de riesgos mediante la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos del proyecto.
- Gestión de las adquisiciones del proyecto: Incluye los procesos necesarios para la procura del proyecto, entre otros, comprar o adquirir productos o servicios que sea preciso obtener fuera del equipo del proyecto.
- Gestión de los interesados del proyecto: Contempla los procesos necesarios para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o bien, ser afectados por el proyecto, sus expectativas y el impacto hacia o desde el proyecto.

Ahora bien, cada uno de estos 47 procesos se puede correlacionar con los cinco procesos de dirección de proyectos, de una forma matricial, como puede observarse en la Figura 5.

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto	4.4 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.5 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.6 Cerrar Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la E.D.I./WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Tiempo del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar los Recursos de las Actividades 6.5 Estimar la Duración de las Actividades 6.6 Desarrollar el Cronograma		6.7 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costes del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Realizar el Aseguramiento de Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de los Recursos Humanos	9.2 Adquirir el Equipo del Proyecto 9.3 Desarrollar el Equipo del Proyecto 9.4 Dirigir el Equipo del Proyecto		
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Controlar las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos		11.6 Controlar los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Ejecutar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	12.4 Cerrar las Adquisiciones
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar la Gestión de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Controlar la Participación de los Interesados	

Figura 5 Correspondencia entre los grupos de procesos de dirección y las áreas del conocimiento (Fuente: PMI, 2013)

2.3 Otra teoría propia para el tema de interés

2.3.1 Norma ISO 9001:2015

Para el desarrollo de este trabajo se utilizará la normativa internacional de calidad ISO 9001:2015 que, siendo genérica, pretende que sea aplicable a cualquier organización, independientemente de su tipo o tamaño, o los productos y servicios que presta.

Esta normativa establece los requisitos para un sistema de gestión de calidad, cuando una organización necesita demostrar su capacidad para proporcionar de forma coherente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente o bien, aspira a aumentar la satisfacción del cliente por medio de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente, los legales y reglamentarios aplicables.

2.3.2 Procedimiento de Administración de Proyectos del ICE

Es importante señalar que el ICE desarrolla, para la ejecución de sus proyectos, todo el ciclo de vida, partiendo desde su concepción hasta la operación e incluso su cierre.

Es por ello que desde el año 2000 el ICE ha venido incrementado la filosofía de gestión de proyectos y tomando conciencia de que los proyectos que el ICE desarrolla no se limitan a la gestión de adquisiciones o a la administración de contratos, por lo que actualmente está vigente un procedimiento para la administración de proyectos que busca el máximo nivel de eficiencia en la gestión integral de los proyectos a lo largo de las fases de su ciclo de vida, incluyendo aspectos tales como las necesidades e inquietudes de los interesados, riesgos asociados, calidad de las obras y procesos, comunicaciones, entre otros, fomentando mediante políticas y directrices, facilitar y apoyar la gestión de los proyectos.

Este documento será utilizado como referencia o complemento en lo que aplique y corresponda.

3 MARCO METODOLOGICO

3.1 Fuentes de información

Las fuentes de información son todos los recursos que proporcionan datos, sean formales o informales, escritos u orales incluyendo los del tipo multimedia (Silvestrini, 2008).

Las fuentes de información se dividen en primarias, secundarias e incluso, terciarias, según sea el caso.

3.1.1 Fuentes Primarias

Constituyen el objetivo de la investigación bibliográfica y proporcionan datos de primera mano, en consecuencia, son aquellas que contienen información original, esto es, que ha sido publicada por primera vez y que por consiguiente, no ha sido modificada, filtrada o evaluada por nadie más, siendo producto de una investigación o de una actividad eminentemente creativa (Silvestrini, 2008). Algunos tipos de fuentes primarias son documentos originales, informes técnicos, tesis, revistas científicas, entrevistas, diarios o apuntes de investigación, entre otros.

Para este proyecto, se recolectará información primaria a partir de la experiencia aportada mediante entrevistas con los encargados de proceso y con el personal que ejecuta los ensayos o estudios, así como de la consulta de documentos de calidad y métodos desarrollados en el Centro de Servicio Diseño.

3.1.2 Fuentes Secundarias

Consisten en compilaciones, resúmenes y listados de referencias que contienen información primaria sistematizada y reorganizada, están diseñadas para facilitar o maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos (Silvestrini, 2008). Algunos tipos de fuentes secundarias son enciclopedias, libros o artículos que interpretan otros trabajos, entre otros.

Para este proyecto, las fuentes de información secundarias se obtienen fundamentalmente de literatura relacionada con Administración de Proyectos como el PMI (2013), Lledó (2013), Chamoun (2002), o bien, de normativa de

gestión ISO como INTECO (2015), dado que proveen información útil para los procesos de planificación y estructuración del proyecto.

El resumen de las fuentes de información que se utilizarán en este proyecto se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1 Fuentes de información utilizadas (Fuente: elaboración propia)

Objetivos	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
Revisar el mapeo de las actividades que desarrolla el área de especialidad para determinar sus elementos esenciales para orientar el desarrollo del PFG.	Colaboradores de Ingeniería Geotécnica y Gestión del Sistema. Manual de Calidad y Métodos del CS Diseño. Juicio experto del autor.	Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos - Guía del PMBOK® (5ta ed.).
Establecer los pasos y requisitos de la norma ISO 9001:2015 para asociarlos con los procesos objeto de normalización, para estructurar una lista de entregables en cumplimiento de ellos.	Colaboradores de Ingeniería Geotécnica y Gestión del Sistema. Juicio experto del autor.	ISO 9001:2015.
Definir los procesos que deben ser objeto de normalización, para establecer los procedimientos y métodos que deben ser objeto de redacción.	Colaboradores de Ingeniería Geotécnica y Gestión del Sistema. Juicio experto del autor.	Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos - Guía del PMBOK® (5ta ed.). ISO 21500:2012 Orientación sobre la Gestión de Proyectos.
Establecer las necesidades de recursos y tiempo previstos para cada entregable para establecer un cronograma y presupuesto del proceso de implementación.	Juicio experto del autor.	Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos - Guía del PMBOK® (5ta ed.). ISO 21500:2012 Orientación sobre la Gestión de Proyectos.

Integrar en un documento (PFG) los procesos a seguir para estructurar la implementación de un sistema de calidad ISO 9001:2015 para el área de ingeniería geotécnica.	Juicio experto del autor.	Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos - Guía del PMBOK® (5ta ed.).
---	---------------------------	---

3.2 Métodos de Investigación

Un método de investigación es el camino para llegar a un fin, constituye por lo tanto el camino para llegar al conocimiento y alcanzar los fines buscados por la investigación (Bisquerra, 1989).

Por ende, un método de investigación es una forma de hacer las cosas que se basa en el seguimiento de un conjunto de pasos ordenados, sistematizados y secuenciales que permiten alcanzar el objetivo buscado.

De acuerdo con las fuentes de información, la investigación puede ser del tipo documental, de campo o mixta. Existe en la literatura diferentes versiones de métodos, pero en general, todos implican los procesos de análisis, síntesis, inducción y deducción.

Para el desarrollo de este trabajo se utilizarán los métodos de mapeo, analítico-sintético e inductivo-deductivo.

3.2.1 Método de Mapeo

Para estructurar un proceso investigativo se puede utilizar el método del mapeo, que consiste en elaborar un mapa conceptual para organizar y estructurar de forma tal que se pueda continuar con el planteamiento teórico (Hernández Sampieri et.al, 2010).

En este caso, al desarrollarse actividades en diferentes procesos, el mapeo es una actividad fundamental para estructurar un sistema de gestión, pues permite, de una forma lógica, identificar la cadena de acciones que llevan a la realización de un producto o servicio, identificando sus partes y permitiendo posteriormente, relacionarlas entre ellas.

Para lograr el cumplimiento de los objetivos específicos 1 y 2 se estará haciendo uso de este método.

3.2.2 Método analítico-sintético

Parte del principio de descomponer una unidad en sus elementos más simples, para de esta forma examinar con mayor nivel de detalle para cada uno de ellos por separado para finalmente, volver a agrupar las partes considerando nuevamente un conjunto.

En general, para llevar adelante este método, deben cubrirse sistemáticamente varias fases de manera continua:

- Observar
- Clasificar
- Relacionar
- Interpretar
- Explicar

La síntesis no es más que el resultado final de las actividades de análisis, por lo que es su complemento lógico, pues relaciona hechos que en apariencia están aislados para formular una teoría que unifica los elementos (Jurado, 2002).

Para lograr el cumplimiento de los objetivos específicos 4 y 5 se estará haciendo uso de este método.

3.2.3 Método inductivo-deductivo

La inducción parte del estudio de casos particulares para obtener conclusiones de carácter general, utilizando para ello la observación directa y el estudio de las relaciones entre ellos. Por su parte, la deducción va de lo general a lo particular, mediante el razonamiento lógico se hacen suposiciones y se comprueba su validez. Se puede decir que aplicar el resultado de la inducción a casos nuevos es deducción (Jurado, 2002).

Para lograr el cumplimiento de los objetivos específicos 1, 3 y 5 se estará haciendo uso de este método.

En el cuadro 2 se puede apreciar los métodos de investigación que se van a emplear para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

Cuadro 2 Métodos de investigación utilizados (Fuente: elaboración propia)

Objetivos	Métodos de investigación		
	Mapeo	Analítico-Sintético	Inductivo-Deductivo
Revisar el mapeo de las actividades que desarrolla el área de especialidad para determinar sus elementos esenciales para orientar el desarrollo del PFG.	Se revisará y/o modificarán los mapas conceptuales de los procesos.		Con base en las opiniones de los expertos se revisarán las actividades buscando un desglose lógico y de relaciones entre ellas.
Establecer los pasos y requisitos de la norma ISO 9001 para asociarlos con los procesos objeto de normalización, para estructurar una lista de entregables en cumplimiento de ellos.	A partir de lo que establece la norma se elaborará un diagrama conceptual como guía para relacionar los procesos con la metodología.		
Definir los procesos que deben ser objeto de normalización, para establecer los procedimientos y métodos que deben ser objeto de redacción.			Con base en la opinión y criterio experto se desglosan las actividades que deben ser normalizadas.

<p>Establecer las necesidades de recursos y tiempo previstos para cada entregable para establecer un cronograma y presupuesto del proceso de implementación.</p>		<p>Con base en la definición de actividades a realizar se establece la secuencia, estimación de los recursos y la estimación de la duración de las mismas para estructurar un cronograma y presupuesto</p>	
<p>Integrar en un documento (PFG) los procesos a seguir para estructurar la implementación de un sistema de calidad ISO 9001:2015 para el área de ingeniería geotécnica.</p>		<p>Se estructura el plan para la obtención del objetivo de certificación</p>	<p>Se parte de los documentos e información recabados y del criterio experto del autor.</p>

3.3 Herramientas.

Como se indica en el glosario de la Guía del PMBOK® (PMI, 2013), una herramienta es algo tangible utilizado para realizar una actividad para producir un producto o resultado, facilitando la recopilación de la información y permitiendo obtener los resultados buscados.

De acuerdo con el PMI (2013) cada proceso determina el conjunto de herramientas necesarias para su ejecución.

En el cuadro 3 se definen las herramientas a utilizar para cada objetivo propuesto.

Cuadro 3 Herramientas utilizadas (Fuente: elaboración propia)

Objetivos	Herramientas
Revisar el un mapeo de las actividades que desarrolla el área de especialidad para determinar sus elementos esenciales para orientar el desarrollo del PFG.	Análisis de documentos. Juicio de expertos. Diagramas. Reuniones.
Establecer los pasos y requisitos de la norma ISO 9001 para asociarlos con los procesos objeto de normalización, para estructurar una lista de entregables en cumplimiento de ellos.	Análisis de documentos. Juicio de expertos. Diagramas. Reuniones.
Definir los procesos que deben ser objeto de normalización, para establecer los procedimientos y métodos que deben ser objeto de redacción.	Juicio de expertos. Descomposición. Técnicas analíticas. Diagramas.
Establecer las necesidades de recursos y tiempo previstos para cada entregable para establecer un cronograma y presupuesto del proceso de implementación.	Juicio de expertos. Técnicas analíticas. Descomposición. Herramientas de programación.
Integrar en un documento (PFG) los procesos a seguir para estructurar la implementación de un sistema de calidad ISO 9001:2015 para el área de ingeniería geotécnica.	Juicio de expertos. Técnicas analíticas.

3.4 Supuestos y Restricciones.

En el glosario de la Guía del PMBOK® (PMI, 2013) se señala que un supuesto es un factor del proceso de planificación que se considera verdadero, real o cierto, sin prueba ni demostración. Señala también que una restricción es un factor limitante que afecta la ejecución de un proyecto, portafolio o proceso.

Una limitante de carácter general que puede existir hoy es la falta de experiencia en procesos de certificación que tiene Ingeniería y Construcción y la necesidad de integrar todos los procesos, siendo un factor que puede retrasar la implementación del sistema de gestión.

Los Supuestos y Restricciones y su relación con los objetivos del proyecto final de graduación se ilustran en el cuadro 4.

Cuadro 4 Supuestos y restricciones (Fuente: elaboración propia)

Objetivos	Supuestos	Restricciones
Revisar el un mapeo de las actividades que desarrolla el área de especialidad para determinar sus elementos esenciales para orientar el desarrollo del PFG.	Que hay autorización para disponer de la información necesaria para la revisión y actualización de los procesos.	Que el tiempo disponible para el análisis y ajustes no sea suficiente. Que la atención de otras tareas limite el tiempo disponible para obtener el juicio experto.
Establecer los pasos y requisitos de la norma ISO 9001 para asociarlos con los procesos objeto de normalización, para estructurar una lista de entregables en cumplimiento de ellos.	Que hay entendimiento de los alcances de la norma ISO 9001:2015.	La atención de otras tareas limite el tiempo disponible para obtener el juicio experto.
Definir los procesos que deben ser objeto de normalización, para establecer los procedimientos y métodos que deben ser objeto de redacción.	Que hay entendimiento de los alcances de la norma ISO 9001:2015 y de las actividades que desarrolla el Área.	Que el tiempo disponible no sea suficiente para desarrollar esta actividad.
Establecer las necesidades de recursos y tiempo previstos para cada entregable para establecer un cronograma y presupuesto del proceso de implementación.	Que se tengan definidos todos los procesos que van a ser susceptibles de normalización.	El uso de las plantillas o procedimientos institucionales.
Integrar en un documento (PFG) los procesos a seguir para estructurar la implementación de un sistema de calidad ISO 9001 para el área de ingeniería geotécnica.	Haber concluido y elaborado los entregables de los objetivos previos.	Que el tiempo disponible para su integración no sea suficiente.

3.5 Entregables.

Un entregable es cualquier producto, resultado o capacidad de prestar un servicio único y verificable que debe producirse para terminar un proceso, una fase o un proyecto (PMI, 2013).

En el cuadro 5 se definen los entregables para cada objetivo propuesto.

Cuadro 5 Entregables (Fuente: elaboración propia)

Objetivos	Entregables
Revisar el mapeo de las actividades que desarrolla el área de especialidad para determinar sus elementos esenciales para orientar el desarrollo del PFG.	Documento que contiene el mapeo de actividades del área de especialidad.
Establecer los pasos y requisitos de la norma ISO 9001:2015 para asociarlos con los procesos objeto de normalización, para estructurar una lista de entregables en cumplimiento de ellos.	Documento con el diagrama de acciones necesarias conforme lo establece la norma ISO 9001:2015 y los procesos que se ven involucrados.
Definir los procesos que deben ser objeto de normalización, para establecer los procedimientos y métodos que deben ser objeto de redacción.	Documento con la identificación de los procesos que serán objeto de normalización.
Establecer las necesidades de recursos y tiempo previstos para cada entregable para establecer un cronograma y presupuesto del proceso de implementación.	Programa de trabajo con la asignación de los recursos, tiempo y costos.
Integrar en un documento (PFG) los procesos a seguir para estructurar la implementación de un sistema de calidad ISO 9001:2015 para el área de ingeniería geotécnica.	Documento integrado que estructure los procesos que deben seguirse para implementar un sistema de calidad bajo la normativa ISO 9001:2015.

4 DESARROLLO

La adopción de un sistema de gestión de calidad es una decisión estratégica que toma la empresa con el objetivo de mejorar su desempeño general y ganar competitividad. Responder oportunamente a las exigencias del mundo actual, globalizado y retador, es imperativo para las organizaciones que se han trazado rutas de crecimiento, liderazgo de mercado y que quieren explorar nuevas oportunidades de negocio tanto en el ámbito público como en el privado. Ante estos desafíos de alto nivel, desarrollar y consolidar un sistema de gestión certificado (a través de organizaciones debidamente acreditadas) se convierte en un pilar clave para la materialización de los objetivos estratégicos de la organización.

Es por este motivo que la Gerencia de Electricidad del ICE tomó la decisión de que sus Negocios generen las acciones necesarias para certificarse en las normas de gestión de calidad ISO 9001:2015, gestión ambiental ISO 14001:2015 y gestión de prevención de riesgos laborales OHSAS 18001:2007.

El presente trabajo trata el caso específico del Centro de Servicio Diseño. Para éste se decidió, en una primera etapa, que las acciones fueran orientadas hacia la consecución de la certificación en ISO 9001:2015. Para una fase posterior se deja la incorporación de los requisitos de las otras dos normas (ISO 14001:2015 y OHSAS 18001:2007).

Es importante señalar que el alcance de la certificación está referido al Proceso de Gestión de los Servicios del Centro de Servicio Diseño, que incluye las actividades de inicio, planificación, seguimiento, control y cierre, así como la generación de las metodologías aplicables y actividades posteriores a la entrega y dirigida a clientes públicos y privados dentro y fuera del país que requieran alguno de los servicios y productos del Centro de Servicio Diseño (ICE, 2016). No se incluye dentro del alcance de la certificación la ejecución técnica de los servicios de diseño (*capítulo 8.3 de la norma ISO 9001:2015*), que realizan otras áreas técnicas pertenecientes al mismo Centro Servicio Diseño (Ingeniería Geotécnica, por ejemplo) pero que son externas al alcance del sistema de gestión desde el alcance propuesto en este trabajo, por lo que se controla y da seguimiento a estos mediante la gestión como

proveedores del sistema y partes usuarias de las metodologías generadas por dicha gestión.

Esto puede observarse con mayor detalle en la figura 6, que muestra el macro proceso general del sistema de gestión de Ingeniería y Construcción del que el Centro de Servicio Diseño forma parte.

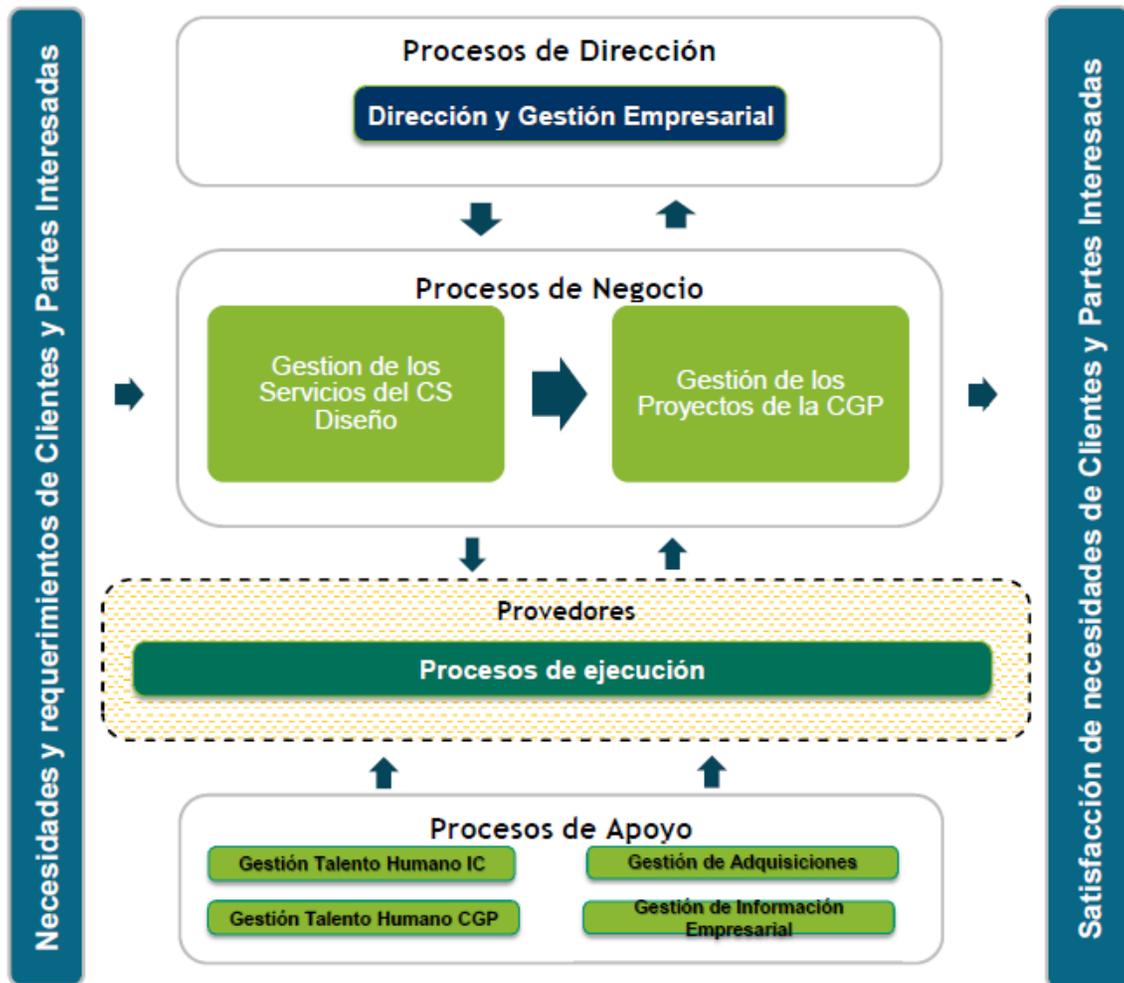


Figura 6 Representación esquemática del macro proceso del sistema de gestión de Ingeniería y Construcción (Tomado de la propuesta en elaboración del sistema de gestión de IC)

Es importante señalar que, como se indica en la figura 6, la proyectada certificación será para Ingeniería y Construcción en los Procesos de Gestión de los Servicios del Centro de Servicio Diseño y Gestión de Proyectos de la CGP. Los demás Centros de Servicio y las propias áreas de especialidad internas del CS

Diseño que proporcionan insumos para el desarrollo de las actividades serán proveedores del sistema de gestión y están fuera del alcance.

No obstante lo anterior, para los efectos de una posterior incorporación al sistema de gestión en un rol principal de ejecutor, se desarrollarán como parte de este trabajo y específicamente para el área de especialidad de Ingeniería Geotécnica, los elementos necesarios que permitan dejar las bases necesarias para cubrir los aspectos de ejecución técnica, aspectos señalados en el capítulo 8.3 de la norma ISO 9001:2015, mismos que, como se señaló en las exclusiones del alcance, serán al principio, controlados por el sistema de gestión bajo la figura de proveedores del sistema. Además deberá tomarse en consideración dentro de este planteamiento que los demás aspectos que señala la norma ISO 9001:2015 están ya siendo cubiertos en el desarrollo de los documentos que abarca el sistema de gestión que será certificado.

Para mejor claridad y comprensión del contexto de este trabajo, en el cuadro 6 se hace un resumen de los capítulos de la norma y cómo se pretenden desarrollar y cumplir en el sistema de gestión previsto en Ingeniería y Construcción.

Cuadro 6 Resumen norma ISO 9001:2015 (Fuente: elaboración propia)

Capítulos norma ISO 9001:2015	Descripción	Cómo o desde donde se cumple en el sistema de gestión de I&C
0. Introducción	Detalla las generalidades de un sistema de gestión, los principios de la gestión de calidad, el enfoque de procesos y la relación que tiene con otras normas de sistemas de gestión.	
1. Objeto y campo de aplicación	Especifica que los requisitos de la norma son genéricos y que aplican para todo tipo de organización.	
2. Referencias normativas	Refiere al documento ISO 9000:2015 Sistemas	

	de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario como documento aplicable.	
3. Términos y definiciones	Refiere al documento ISO 9000:2015 Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario como documento aplicable.	Se elabora en el equipo a cargo del desarrollo e implementación del sistema de gestión de I&C
4. Contexto de la organización		
4.1. Comprensión de la organización y de su contexto	Este capítulo trata de la comprensión de la organización y su contexto, la identificación de las partes interesadas, la definición del alcance del sistema de calidad previsto para la organización y los procesos que deben llevarse a cabo.	Se elabora en el equipo a cargo del desarrollo e implementación del sistema de gestión de I&C
4.2. Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas		
4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de la calidad		
4.4 Sistema de gestión de la calidad y sus procesos		
5. Liderazgo	Determina que para que el sistema de gestión tenga éxito, la alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con enfoque hacia el cliente, definiendo de una forma clara los roles y responsabilidades dentro de la organización.	Se elabora en el equipo a cargo del desarrollo e implementación del sistema de gestión de I&C
5.1. Liderazgo y compromiso		
5.2 Política		
5.3 Roles, responsabilidades y autoridades de la organización		
6. Planificación	Deben establecerse los objetivos de calidad y el abordaje de los riesgos planificando los cambios.	Se elabora en el equipo a cargo del desarrollo e implementación del sistema de gestión de I&C
6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades		
6.2 Objetivos de calidad y planificación para lograrlos		
6.3 Planificación de los cambios		
7. Apoyo	Se abordan los temas	Se elabora en el equipo

7.1 Recursos	relacionados con el recurso humano, infraestructura, competencia del personal, aspectos de comunicación e información.	a cargo del desarrollo e implementación del sistema de gestión de I&C
7.2 Competencia		
7.3 Toma de conciencia		
7.4 Comunicación		
7.5 Información documentada		
8. Operación	Este capítulo aborda lo relacionado con la realización del producto o servicio, sus controles, como se planifica, como identificar los requisitos del cliente y la entrega final de un producto conforme.	A excepción del apartado 8.3, que tiene que ver con el Diseño y Desarrollo de los Productos y Servicios y que es el objeto de este trabajo el resto se elabora en el equipo a cargo del desarrollo e implementación del sistema de gestión de I&C
8.1 Planificación y control operacional		
8.2 Requisitos para los productos y servicios		
8.3 Diseño y desarrollo de los productos y servicios		
8.4 Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente		
8.5 Producción y provisión del servicio		
8.6 Liberación de los productos y servicios		
8.7 Control de los productos no conformes		
9. Evaluación del desempeño	Permite definir a la organización que elementos va a medir y el seguimiento que da a la satisfacción del cliente.	Se elabora en el equipo a cargo del desarrollo e implementación del sistema de gestión de I&C
9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación		
9.2 Auditoría Interna		
9.3 Revisión por la dirección		
10. Mejora	Permite establecer los procesos de mejora continua, acciones no conformes y acciones correctivas.	Se elabora en el equipo a cargo del desarrollo e implementación del sistema de gestión de I&C
10.1 Generalidades		
10.2 No conformidad y acción correctiva		
10.3 Mejora continua		

4.1 Revisión y ajustes de los mapeos de procesos de Ingeniería Geotécnica

Dentro de las actividades de gestión que ya se han realizado previamente en el Centro de Servicio Diseño -y particularmente para la definición de los diferentes

productos y servicios que ofrece-, se ha realizado un mapeo de los procesos generales que lleva a cabo Ingeniería Geotécnica (ICE, 2013), que han sido redefinidos en función de la naturaleza prevista de la certificación, en la que la ejecución de los procesos técnicos será atendida mediante la gestión de proveedores.

El mapa general del proceso que realiza el Centro de Servicio Diseño se muestra en la figura 7, en donde puede observarse el desarrollo del sistema de gestión resaltándose la acción bajo la que serán atendidos los procesos de ejecución de las áreas técnicas pertenecientes al mismo Centro de Servicio Diseño.



Figura 7 Representación esquemática del proceso del Centro Servicio Diseño (Tomado de la propuesta en elaboración del sistema de gestión de IC)

A ese respecto, como la norma ISO 9001:2015 está enfocada en procesos consecuentemente busca la interacción de sus elementos. Los elementos o puntos de control del seguimiento, son específicos para cada proceso y varían dependiendo de los riesgos relacionados, como puede observarse en la figura 8, en donde se muestra una representación esquemática de los elementos de un proceso según lo entiende la norma ISO 9001:2015.

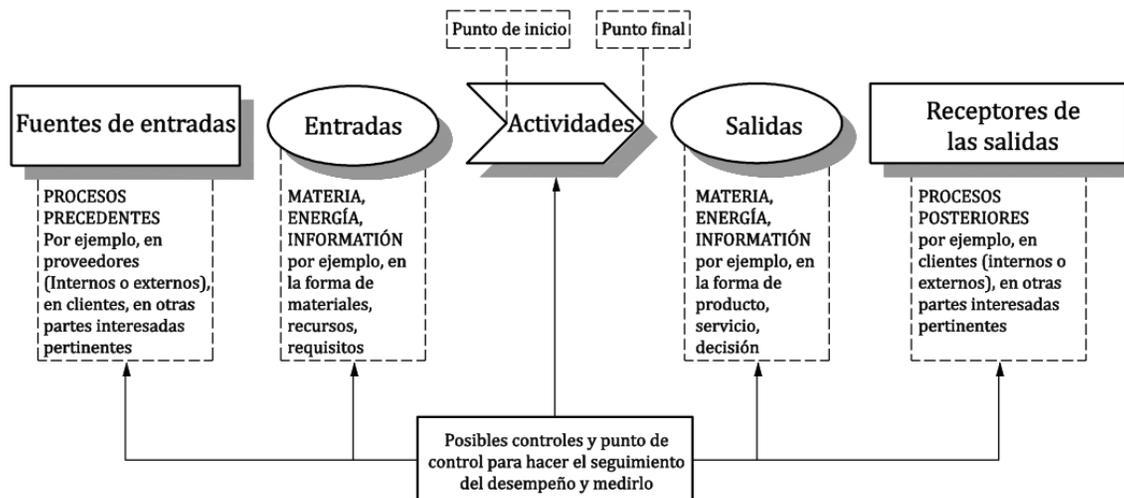


Figura 8 Representación esquemática de los elementos de un proceso (Tomado de la Norma ISO 9001:2015)

Es importante señalar que los principales clientes de los procesos que desarrolla el Centro de Servicio Diseño e Ingeniería Geotécnica en particular son otras áreas funcionales y proyectos del Grupo ICE provenientes del Sector Telecomunicaciones, Sector Electricidad, Sector Corporativo, RACSA y CNFL. De igual forma, otros clientes provienen del Sector Público a los que se les prestan servicios mediante la figura de convenios o ventas de servicios (MOPT, CONAVI, AyA, RECOPE, SENARA, entre otros). Finalmente, están los clientes del sector privado, que ingresan mediante la ventanilla única de ventas de servicios.

Las principales salidas de los servicios que presta hacia el Centro Servicio Diseño el área de Ingeniería Geotécnica las constituyen los entregables, que son principalmente Informes de Diseño, Planos de Diseño y Especificaciones Técnicas de Diseño, entre otros documentos.

Se detalla a continuación una revisión de los cinco servicios principales (o procesos) que lleva a cabo Ingeniería Geotécnica, haciendo los ajustes necesarios según lo ya señalado.

4.1.1 Servicio de Experimentación Geotécnica

El Servicio de Experimentación Geotécnica realiza ensayos de caracterización geotécnica de suelos y rocas, así como la evaluación y caracterización físico-mecánica de materiales utilizados en obras de infraestructura civil (ICE, 2012).

Acorde con las políticas de mejora continua y buenas prácticas profesionales y, para mejorar su desempeño y ganar competitividad asegurando la calidad de los ensayos, se ha iniciado un proceso de acreditación bajo la normativa ISO 17025:2005 (aplicables para Laboratorios de Ensayo y/o Calibración), que discurre en forma paralela con el proceso de certificación en la norma ISO 9001:2015, siendo independientes en cuanto a que son sistemas de gestión con objetivos separados pero que deben complementarse a su vez entre ellas pues deben regirse por condiciones comunes al pertenecer ambos a una misma organización (Ingeniería y Construcción).

A ese respecto, la actividad primordial y razón de ser de Experimentación Geotécnica es realizar los ensayos que le sean solicitados, sea en suelos, rocas o materiales, iniciando con la recepción de la muestra y finalizando con el informe de resultados, tal y como puede observarse en la figura 9, que resume el mapeo actualizado del proceso según la redefinición comentada previamente.

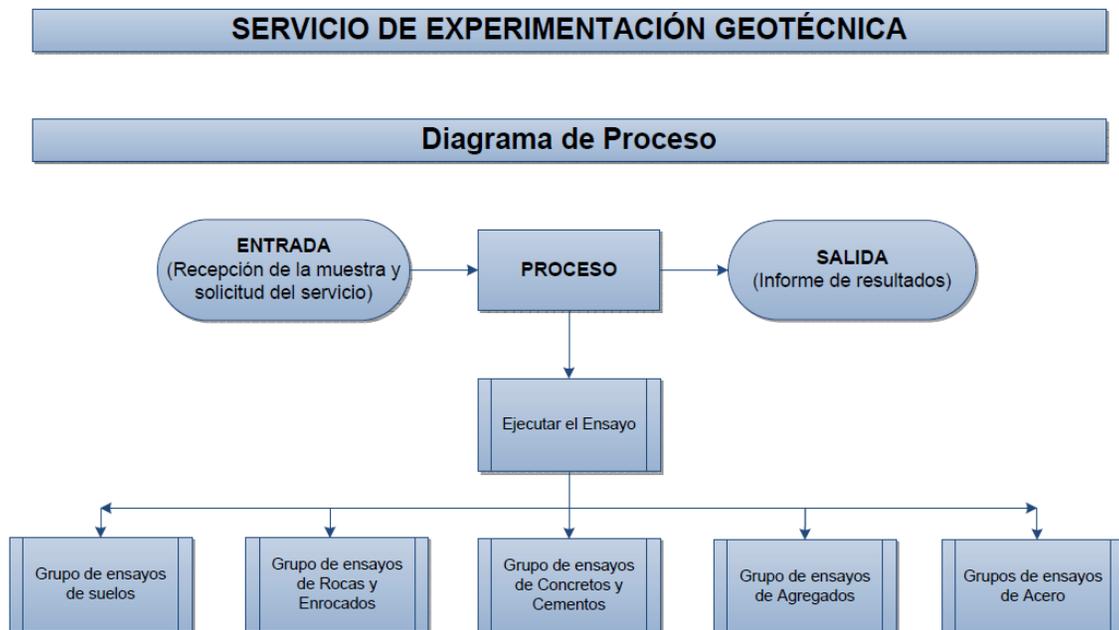


Figura 9 Diagrama de Proceso Servicio de Experimentación Geotécnica (Fuente: elaboración propia)

4.1.2 Servicio de Estudios Geotécnicos del Terreno

El Servicio de Estudios Geotécnicos del Terreno busca establecer, mediante la realización de investigación de campo y de laboratorio, las características y condiciones de un sitio donde posteriormente se construirá una obra o estructura en general. Es, por lo tanto, un requisito básico para el posterior modelaje, análisis, diseño y construcción de obras de naturaleza geotécnica.

Para la realización de este servicio se llevan a cabo una serie de tareas que incluyen, entre otras, principalmente las siguientes:

- Realizar el reconocimiento del sitio de estudio
- Realizar los estudios de campo y de laboratorio
- Elaborar el modelo geotécnico
- Realizar el análisis geotécnico
- Elaborar el informe

Esto puede observarse de una forma gráfica en la figura 10, que muestra el mapeo actualizado según la redefinición indicada previamente.

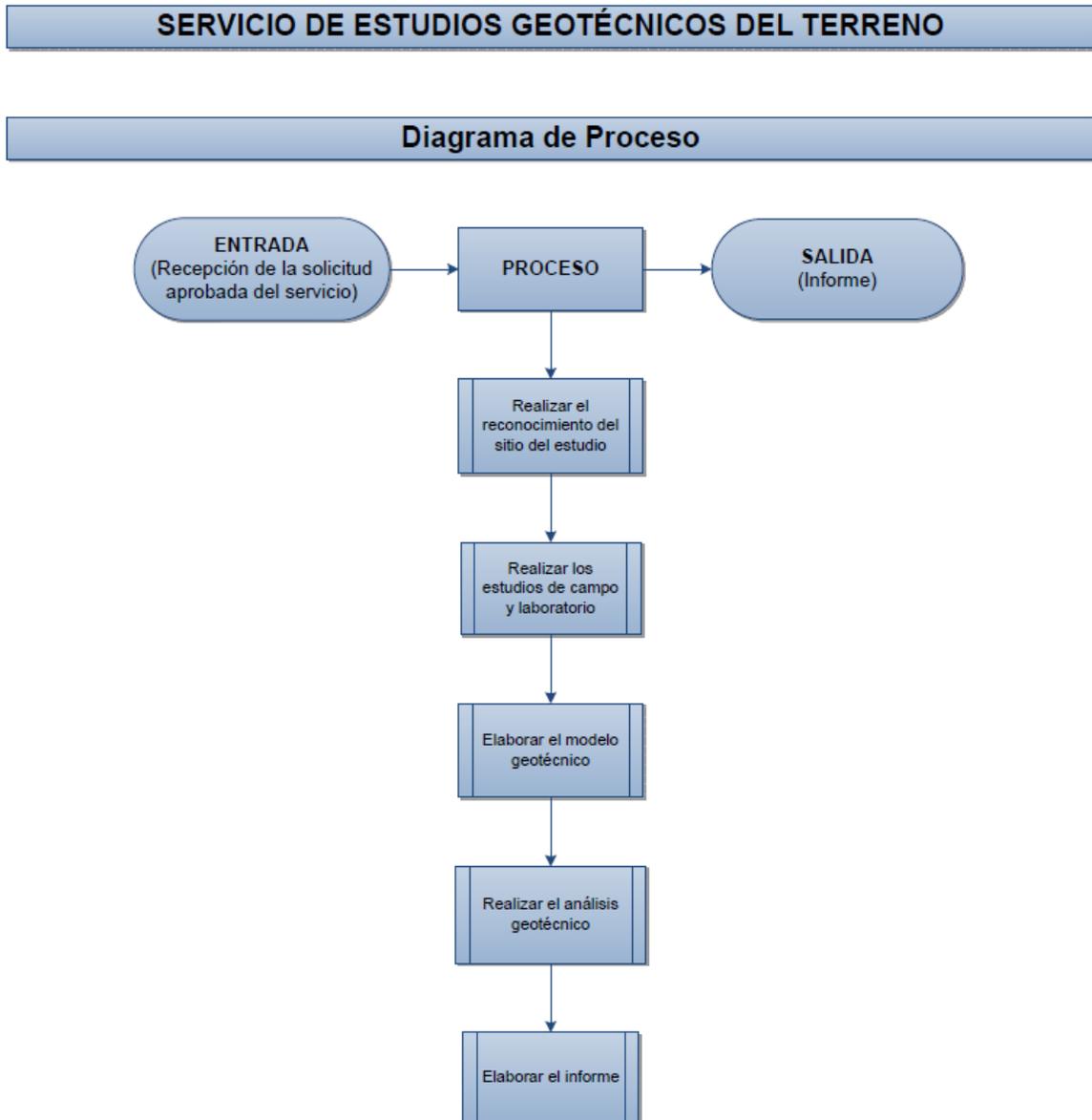


Figura 10 Diagrama de Proceso Servicio de Estudios Geotécnicos del Terreno (Fuente: elaboración propia)

4.1.3 Servicio de Análisis y Diseños Geotécnicos del Terreno

El Servicio de Análisis y Diseños Geotécnicos del Terreno busca, mediante la realización de ensayos de campo y de laboratorio, caracterizar las masas de suelo y roca con el objetivo de posteriormente poder llevar a cabo el análisis y diseño de las soluciones geotécnicas requeridas según el problema que se esté analizando,

que puede ser, entre otros, cimentaciones, cortes y estabilización de taludes o caminos (ICE, 2013).

Para la realización de este servicio se llevan a cabo una serie de tareas que incluyen, entre otras, principalmente las siguientes:

- Desarrollar el análisis geotécnico
- Desarrollar el diseño geotécnico de la solución propuesta
- Elaborar el informe, planos y especificaciones técnicas

Según la redefinición comentada previamente, de forma gráfica este proceso puede observarse en la figura 11.

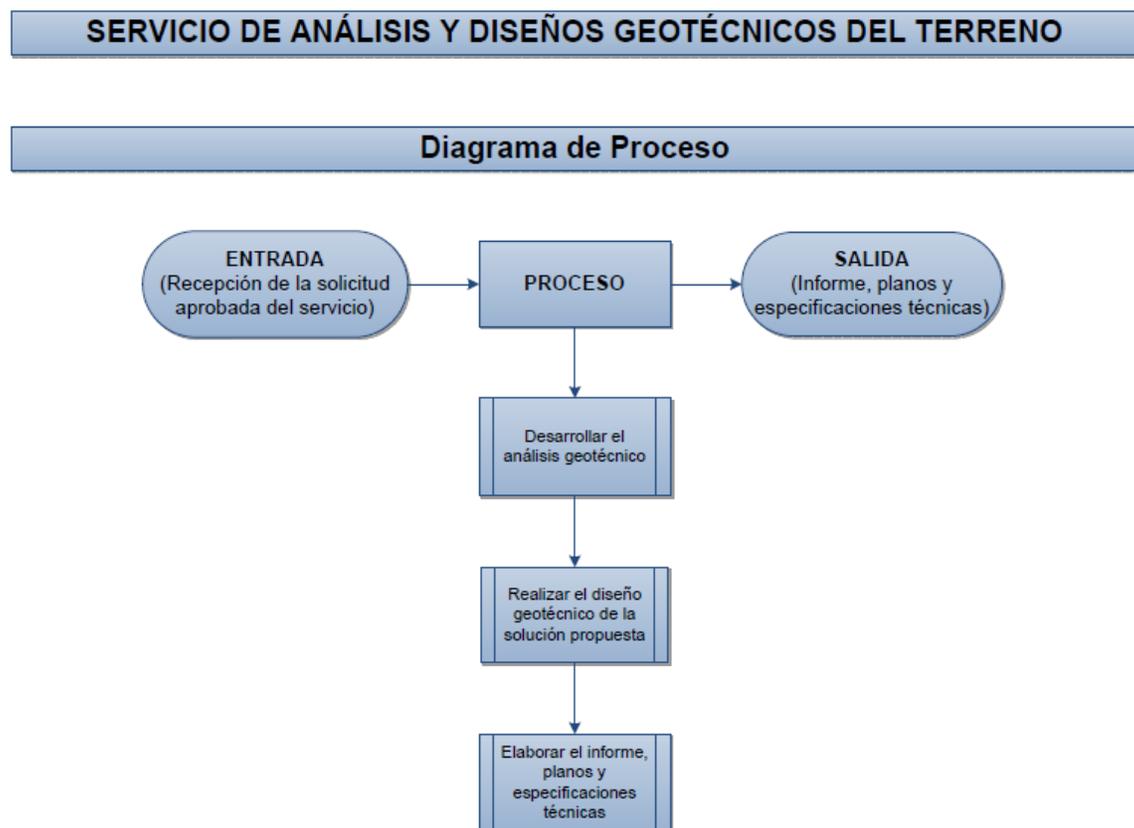


Figura 11 Diagrama de Proceso Servicio de Análisis y Diseños Geotécnicos del Terreno (Fuente: elaboración propia)

4.1.4 Servicio de Diseño y Análisis para Auscultación de Obras

El Servicio de Diseño y Análisis para Auscultación de Obras permite, para las obras de ingeniería que usualmente desarrolla Ingeniería Geotécnica y que requieren colocación de instrumentación especializada para su seguimiento, tales como presas de enrocados, excavaciones y soporte, monitoreo de laderas, entre otros, comprobar las premisas de diseño utilizadas para verificar el correcto funcionamiento de la obra y permitiendo realimentación para los diseños futuros contando con un estado actualizado de seguridad de la obra, permitiendo ajustar el diseño y la construcción conforme al comportamiento de la obra, contando con información de respaldo para la toma de decisiones en caso de emergencia e información necesaria para la evaluación de la responsabilidad de la Institución en caso de daños (ICE, 2013).

Para la realización de este servicio se llevan a cabo una serie de tareas que incluyen, entre otras, principalmente las siguientes:

- Diseñar la auscultación de las obras
- Revisar e interpretar los informes de auscultación
- Elaborar el informe

Gráficamente este proceso redefinido según el criterio ya comentado puede observarse en la figura 12.

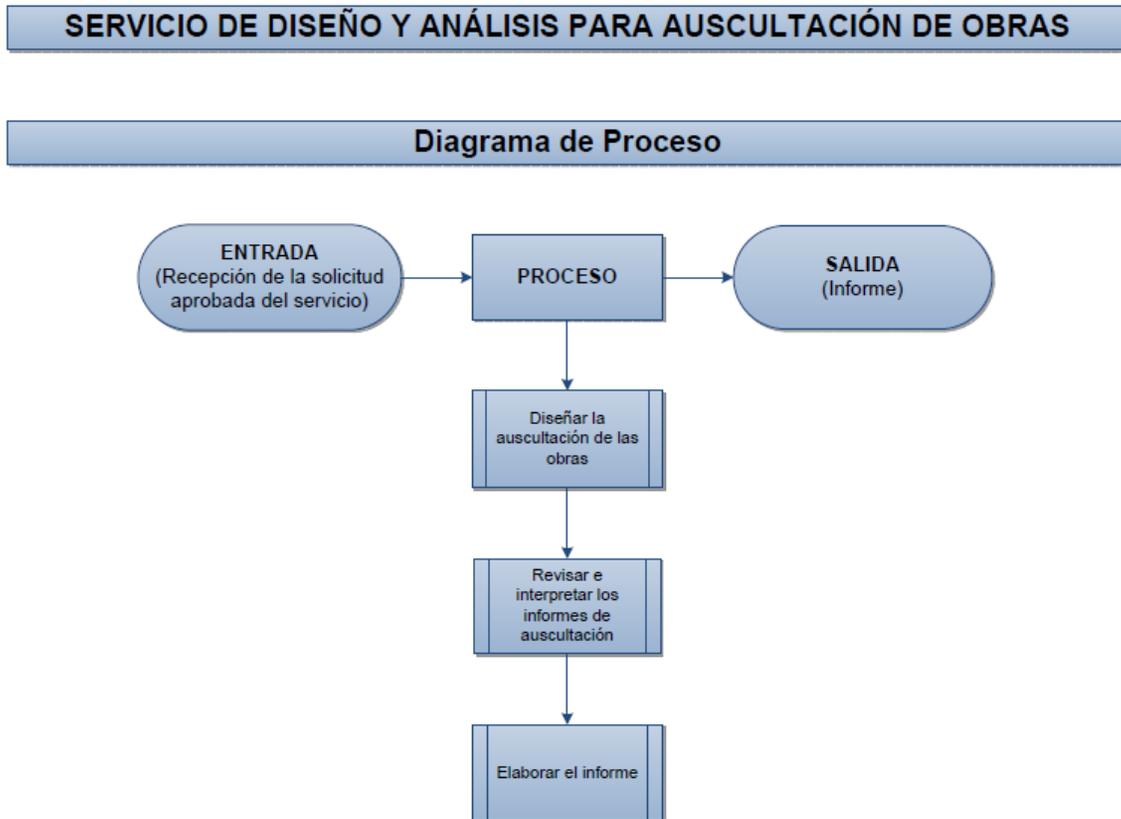


Figura 12 Diagrama de Proceso Servicio de Diseño y Análisis para Auscultación de Obras (Fuente: elaboración propia)

4.1.5 Servicio de Participación en Estudios Ambientales

El Servicio de Participación en Estudios Ambientales comprende los aspectos en los que Ingeniería Geotécnica colabora en la elaboración de los documentos ambientales (Formularios D1, D2, Estudios de Impacto Ambiental, Planes de Gestión Ambiental, entre otros) requeridos para los diferentes proyectos que desarrolla el ICE de conformidad con la normativa establecida por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) (ICE, 2013).

Para la realización de este servicio se llevan a cabo una serie de tareas que incluyen, entre otras, principalmente las siguientes:

- Recopilar y analizar la información existente
- Ejecutar, analizar e interpretar los estudios de campo y laboratorio necesarios

- Identificar y valorar los impactos
- Establecer medidas de mejora, mitigación y compensación
- Elaborar el informe

De una forma gráfica esto puede observarse en la figura 13, que muestra este proceso según la redefinición señalada previamente.

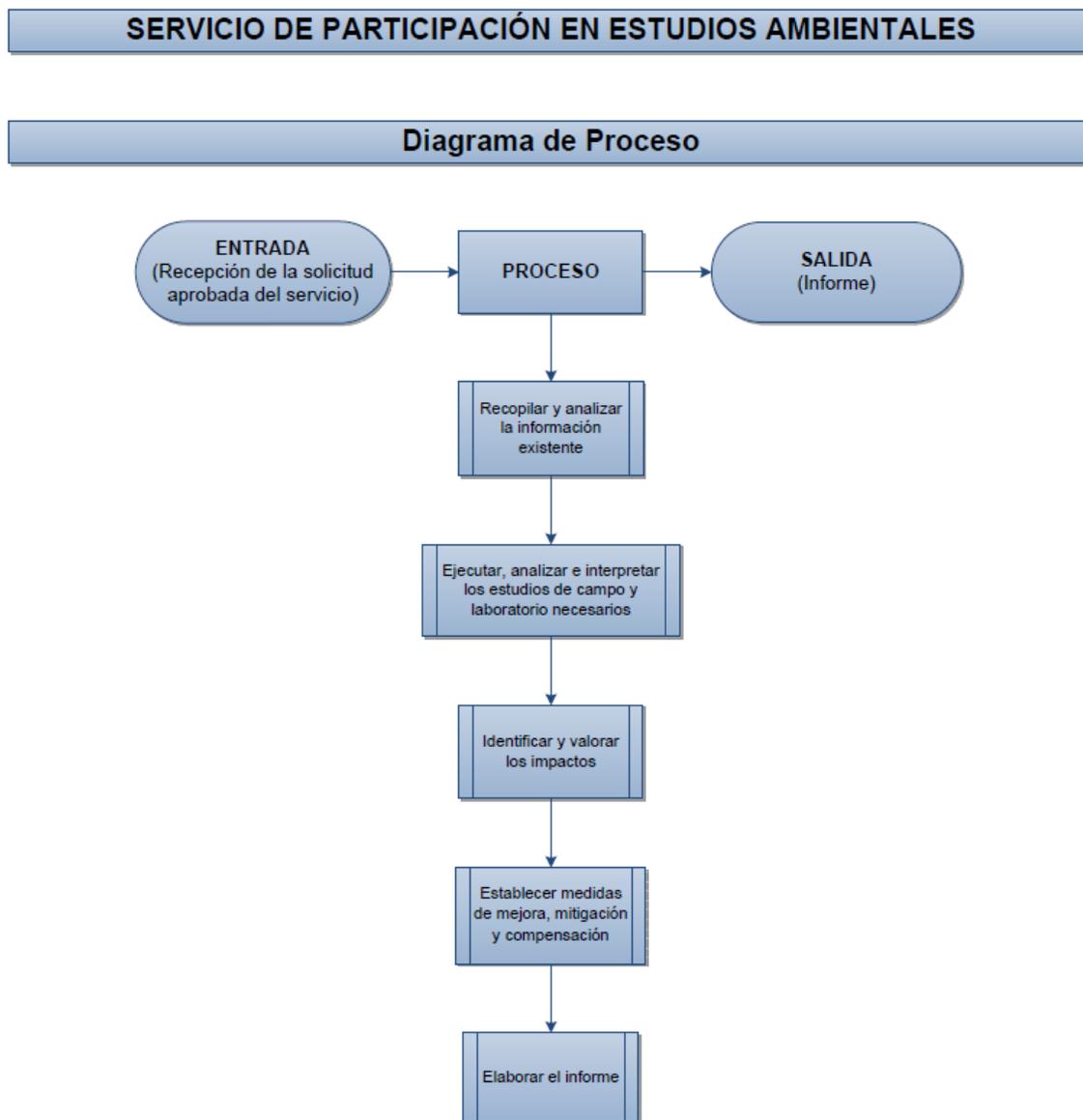


Figura 13 Diagrama de Proceso Servicio de Participación en Estudios Ambientales (Fuente: elaboración propia)

4.2 Diagrama de pasos y requisitos de la normativa ISO 9001:2015 integrado con los servicios de Ingeniería Geotécnica

Como se ha visto en la sección 4.1, Ingeniería Geotécnica gestiona cinco servicios (o procesos), de los cuales uno de ellos (Servicio de Experimentación Geotécnica) ya ha iniciado actividades enfocadas a la acreditación bajo la norma ISO 17025:2005, que establece requisitos para Laboratorios de Ensayo y/o Calibración. Cabe destacar que se trata de una norma mucho más rigurosa, ya que no solo trata los aspectos de gestión, sino que también incluye requisitos referidos a la regulación técnica que garantiza la correcta ejecución de los ensayos acreditados.

En este capítulo se identificarán los requisitos de la norma ISO 9001:2015 que para los efectos de este trabajo serán aplicables al área de especialidad de Ingeniería Geotécnica y cómo se enlazan éstos con los servicios (procesos) que se ofrecen.

4.2.1 Requisitos de la Norma ISO 9001:2015

Como ya se ha mencionado, el alcance de la certificación prevista para el sistema de gestión del Centro de Servicio Diseño explícitamente excluye la ejecución de los servicios técnicos que desarrollan las áreas de especialidad, no obstante, los gestionará como proveedores del sistema de gestión.

En consecuencia, los aspectos que señala el capítulo 8.3 de la norma ISO 9001:2015 no se van a ver reflejados dentro del sistema de gestión certificado, sin embargo, a efectos de incluirlos posteriormente y dentro de un proceso de mejora continua, se van a desarrollar como parte integral de este trabajo, puesto que los productos y servicios que desarrolla Ingeniería Geotécnica están destinados a incorporarse dentro de los productos y servicios que ofrece el Centro Servicio Diseño y por consiguiente, deben ser controlados integralmente bajo su sistema de gestión.

Ello implica, para efectos de este trabajo, una revisión cuidadosa de los alcances de la regulación que le sea aplicable, pues todos los elementos generales que abarca la normativa de gestión ISO 9001:2015 serán desarrollados y cubiertos al

solicitar la certificación inicial del Proceso de Gestión de Solicitudes de Servicio del Centro de Servicio Diseño, estando por ello fuera del alcance de este trabajo.

4.2.1.1 Diseño y desarrollo de los productos y servicios (capítulo 8.3 norma ISO 9001:2015)

Este capítulo de la norma establece las etapas que los procesos de diseño y desarrollo del producto deben cumplir a efectos de que sean adecuados y cumplan con las expectativas del cliente.

Como área de especialidad que es, Ingeniería Geotécnica elabora, por medio de los servicios (procesos) señalados previamente en la sección 4.1, entregables que son generalmente de tres tipos: informes, planos y especificaciones técnicas de las soluciones o estudios geotécnicos que le hayan sido contratados.

Ahora bien, para garantizar que las actividades o tareas que deben llevarse a cabo cumplan con las expectativas del cliente en cuando a calidad, costo y tiempo, y en el contexto de los alcances de la norma ISO 9001:2015, debe desarrollarse un conjunto de procedimientos y controles que permitan no solo darle seguimiento a las actividades, sino que verifiquen el seguimiento y cumplimiento de las expectativas del cliente, plasmadas en el documento de inicio de todos los procesos, que se conoce a lo interno de Ingeniería y Construcción como solicitud de Orden de Servicio.

Hay cinco grandes apartados que de acuerdo con lo que establece la norma ISO 9001:2015 deben revisarse con cuidado:

- Generalidades
- Planificación del diseño y desarrollo:
- Entradas para el diseño y desarrollo:
- Controles del diseño y desarrollo:
- Salidas del diseño y desarrollo:
- Cambios en el diseño y desarrollo:

En el cuadro 7 se detallan los requisitos que establece la norma ISO 9001:2015 para cada uno de estos apartados, que serán desarrollados en la sección 4.3.

Cuadro 7 Requisitos capítulo 8.3 Diseño y Desarrollo de los Productos y Servicios Norma ISO 9001:2015
(Fuente: elaboración propia)

Diseño y Desarrollo de los Productos y Servicios		
Capítulo 8.3 norma ISO 9001:2015		
Ítem	Descripción	Comentario
8.3.1 Generalidades	Cuando el cliente u otras partes interesadas aún no han establecido o definido los requisitos detallados del servicio que requiere, la organización debe establecer, implementar y mantener un proceso de diseño y desarrollo que sea adecuado para asegurar posteriormente que el servicio cumpla con las expectativas del cliente	
8.3.2 Planificación del diseño y desarrollo	<p>Definir la naturaleza, duración y complejidad de las etapas del proceso</p> <p>Establecer los requisitos para las etapas del proceso</p> <p>Definir como se hará la revisión, verificación y validación de las etapas del proceso</p> <p>Definir los responsables de las etapas del proceso</p> <p>Determinar las necesidades de recursos (internos y externos) para las etapas del proceso</p> <p>Establecer el mecanismo de participación y control entre los diferentes interesados en las etapas del proceso</p>	La organización debe determinar las etapas y controles para el diseño y desarrollo considerando los aspectos señalados

	Determinar el nivel de documentación necesaria para demostrar que se han cumplido con los requisitos del diseño	
8.3.3 Entradas para el diseño y desarrollo	Determinar los requisitos esenciales (funcionales y desempeño) para los diferentes tipos de productos y servicios a diseñar	Toda entrada al proceso debe ser adecuada para los fines del diseño previsto, estar completas y sin ambigüedades, debiéndose resolverse las situaciones de contradicción
	Recopilar la información proveniente de actividades previas de diseño similares	
	Identificar los requisitos legales y reglamentarios aplicables	
	Definir las normas o códigos que deben implementarse para el diseño	
	Establecer las consecuencias potenciales de falla	
	Determinar el nivel de documentación necesaria para demostrar que se han cumplido con las entradas necesarias para el diseño	
8.3.4 Controles del diseño y desarrollo	Definir los resultados a lograr	La organización debe aplicar controles al proceso de diseño y desarrollo para asegurarse que se logren los resultados esperados cumpliendo con los aspectos señalados
	Realizar las revisiones para evaluar los resultados	
	Realizar las actividades de verificación para asegurar que las salidas del diseño cumplen los requisitos de las entradas	

	<p>Realizan las actividades de validación para asegurarse que los productos y servicios satisfacen los requisitos para su aplicación prevista</p> <p>Toma las acciones necesarias para resolver problemas identificados durante las revisiones, verificación o validación</p> <p>Conservar la información documentada de estas actividades</p>	
8.3.5 Salidas del diseño y desarrollo	<p>Cumplen los requisitos de las entradas</p> <p>Son adecuadas para los procesos posteriores</p> <p>Incluyen o hacen referencia a los requisitos de seguimiento y medición y los criterios de aceptación, cuando sea aplicable</p> <p>Conservar la información documentada de estas actividades</p>	La organización debe asegurarse de cumplir con estos aspectos para las salidas del diseño y desarrollo
8.3.6 Cambios del diseño y desarrollo	<p>Conservar la información documentada sobre los cambios del diseño, los resultados de las revisiones, la autorización de los cambios y las acciones tomadas para prevenir los impactos adversos</p>	La organización debe identificar, revisar y controlar los cambios hechos durante el diseño y desarrollo de los productos y servicios, para asegurarse de que no haya un impacto adverso en la conformidad con los requisitos

4.2.2 Relación entre los requisitos de la norma ISO 9001:2015 y los procesos de Ingeniería Geotécnica

Las actividades que desarrolla Ingeniería Geotécnica están directamente relacionadas con lo que la normativa de gestión entiende o señala como actividades de diseño y desarrollo de productos y servicios.

La gestión de los procesos puede alcanzarse mediante la aplicación del ciclo PHVA (planificar-hacer-verificar-actuar) que se muestra en la figura 14 y que tiene relación directa con los principios de la administración de proyectos por cuanto:

- Planifica para establecer los objetivos (alcance), los recursos necesarios, para generar resultados conforme con los requisitos del cliente.
- Hace para implementar lo planificado.
- Verifica para medir y dar seguimiento y control continuo a los procesos y,
- Actúa para tomar acciones que mejoren el desempeño, en caso de ser necesario.

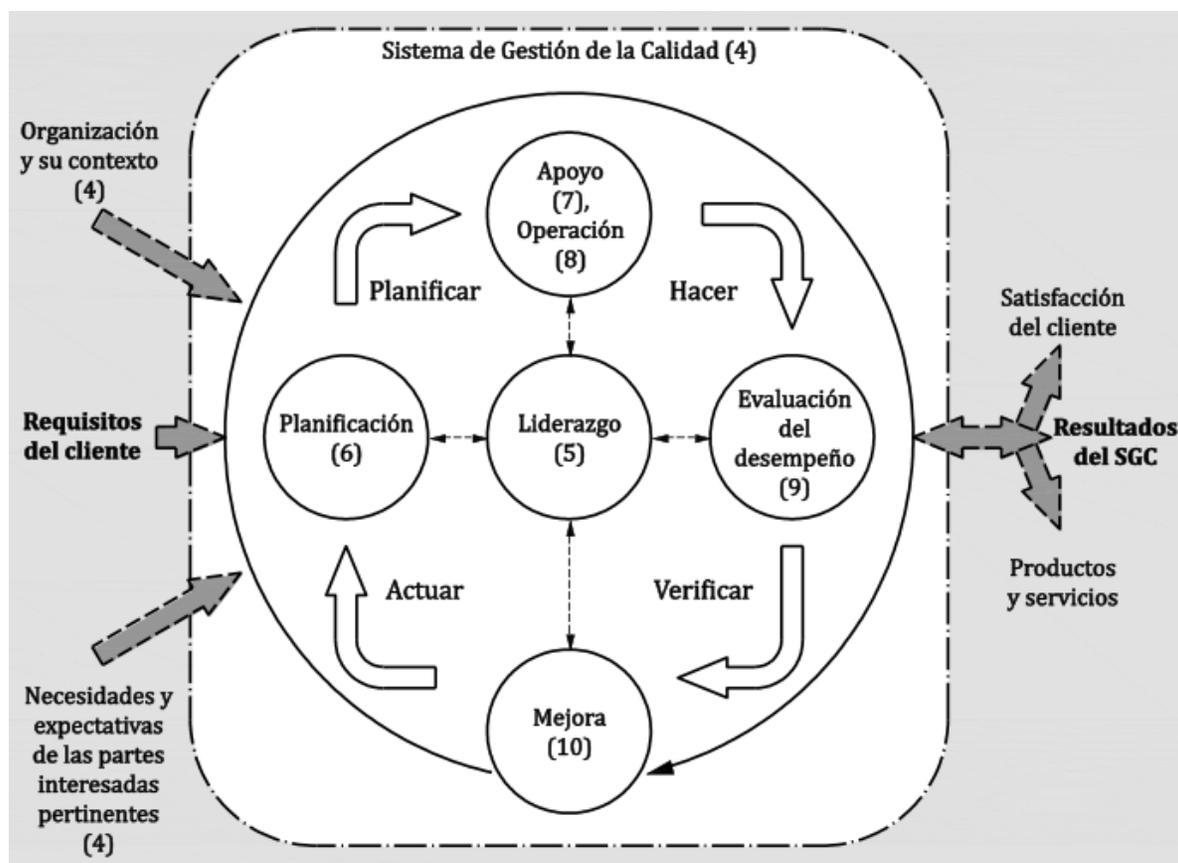


Figura 14 Representación de la estructura del ciclo PHVA (Fuente: tomado de la norma ISO 9001:2015)

4.3 Propuesta de normalización de los servicios de Ingeniería Geotécnica

Cada uno de los servicios que ejecuta Ingeniería Geotécnica puede desagregarse en actividades y tareas siguiendo lo mostrado esquemáticamente en la figura 8 y los principios del ciclo PHVA mostrados en la figura 14, por lo que es posible identificar los procesos, actividades y documentos que deben ser objeto de normalización.

Dejando establecido, como se indica en la figura 7, que el alcance del sistema de gestión del Centro Servicio Diseño es el Proceso de Gestión de los Servicios del Centro de Servicio Diseño, y que dentro de ese alcance se incluyen todos los apartados de la norma ISO 9001:2015 a excepción del capítulo 8.3 Diseño y Desarrollo de los Productos y Servicios, que involucra la ejecución de las actividades técnicas a cargo de las áreas de especialidad del Centro Servicio Diseño (Ingeniería Geotécnica entre ellas), se desarrollarán en esta sección los elementos necesarios para abarcar los aspectos que señala la norma ISO 9001:2015 a efectos de incorporar en una etapa posterior, estos aspectos a la proyectada certificación.

4.3.1 Normalización del proceso de entrada

El agente disparador de las actividades que desarrolla el área de Ingeniería Geotécnica para la atención de un servicio lo constituye la aprobación por parte del cliente de la oferta técnico-económica, documento que se elabora mediante la aplicación de las técnicas y herramientas del sistema de gestión de órdenes (SIGO), dentro del Proceso de Gestión de los Servicios del Centro de Servicio Diseño (proceso en acreditación).

Una vez que el cliente da su aceptación de la oferta técnico-económica, se procede con la apertura en el sistema de gestión de costos (SIGESCO) de la(s) correspondiente(s) Orden(es) de Servicio comunicándose al coordinador del área de especialidad el número de OS para iniciar formalmente con el servicio. Hasta aquí todas son acciones que se desarrollan al abrigo del sistema de gestión del Centro Servicio Diseño y dentro del Proceso de Gestión de Solicitudes de Servicios (proceso en acreditación).

Según la disponibilidad del personal y la programación de actividades del área, el Coordinador de Ingeniería Geotécnica (o quién él designe) asignará el recurso para atender el servicio. En consecuencia, la primera acción que debe normalizarse en Ingeniería Geotécnica es una plantilla de inicio del servicio que documente el proceso de entrada. Esta plantilla debe contener la siguiente información básica:

- Número de OS en el SIGO
- Número y fecha de OS en el SIGESCO
- Nombre del cliente
- Representante del cliente
- Nombre del servicio
- Fecha estimada de inicio y finalización
- Costo estimado
- Nombre y firma del profesional (es) a cargo de la ejecución del servicio
- Descripción del alcance
- Supuestos
- Exclusiones
- Riesgos
- Nombre y firma del Coordinador del Área o Proceso (*V°B° para ejecutar el servicio*)

Una propuesta de esta plantilla puede observarse en la Figura 15.

Con este documento se daría inicio a la ejecución del servicio según el proceso que corresponda.

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN			Código:
	INGENIERÍA GEOTÉCNICA FORMULARIO INICIO SERVICIO		Versión: 1
			Página 1 de 1
Solicitud de cambio N°:	Elaborado por:	Aprobado por:	Rige a partir de

Número de SIGO	
Número de OS SIGESCO	
Nombre del Servicio	
Nombre del Cliente	
Representante del Cliente	
Fecha estimada inicio	
Fecha estimada finalización	
Costo Estimado	
Profesional(es) a cargo	
Descripción del Alcance	
Supuestos	
Exclusiones	
Riesgos	
Observaciones	
Nombre, firma y fecha (Coordinador Área o Proceso)	

Figura 15 Propuesta preliminar de plantilla para el registro de inicio del servicio de diseño (Fuente: elaboración propia)

4.3.2 Normalización de los procesos de diseño geotécnico

Según el mapeo realizado (figuras 9 a 13), cada uno de los procesos de Ingeniería Geotécnica lleva a cabo una serie de actividades macro para la realización de un servicio.

Para cada uno de estas actividades macro se procederá a realizar un desglose de tareas para de esta forma identificar los elementos que deben ser objeto de normalización, de forma tal que para la posterior etapa de implementación de este Plan de Proyecto se tengan plenamente identificados.

Para la posterior elaboración de los documentos de gestión se procederá, de acuerdo con las técnicas recomendadas, en forma general de la siguiente manera:

- Entrevista con el dueño del proceso y usuarios expertos: mediante este paso se mapea de forma detallada cómo se realiza la actividad permitiendo identificar los pasos que deben seguirse. La realiza principalmente el Gestor de Calidad junto con el usuario(s) experto(s) o dueño(s) del proceso.
- Redacción de los procedimientos, instructivos y formularios: esta tarea, a cargo del Gestor de Calidad o Experto Técnico, implica poner por escrito y de una forma ordenada, secuencial y clara, los pasos identificados en la entrevista.
- Validación o Revisión: es la tarea que realiza el Gestor de Calidad junto con las coordinaciones del proceso, profesionales expertos y técnicos de campo, que puede realizarse mediante reuniones orientadas a la revisión y aprobación de los documentos.
- Prueba de campo: esta tarea, que dirige el Gestor de Calidad, implica aplicarle a una persona o grupo de personas diferentes a los que participaron de la entrevista, los documentos elaborados con el fin de determinar su aplicabilidad y entendimiento. Como resultado de esta prueba los documentos pueden ser ajustados de previo a su implementación.
- Puesta en marcha: actividad final en donde los documentos ya elaborados, revisados y aprobados formalmente (procedimientos, instructivos,

formularios) se utilizan con la finalidad de generar registros o evidencias documentales.

En términos generales se establece que el perfil de los involucrados en el desarrollo, validación e implementación de estos documentos técnicos es el siguiente:

- Coordinador del Área de Ingeniería Geotécnica (responsable último de la aprobación de todos los documentos técnicos que se generen como parte de esta gestión)
- Coordinadores Técnicos (responsables de la elaboración, calidad y revisión de los documentos técnicos)
- Profesionales Expertos (responsables de aportar criterio experto y colaborar con la elaboración de los documentos técnicos)
- Técnicos Expertos (responsables de aportar criterio experto y colaborar con la elaboración de los documentos técnicos)
- Gestor de Calidad (responsable de apoyar metodológicamente en la recopilación de los criterios técnicos, apoyar con la elaboración de los documentos técnicos, capacitar y ejecutar su implementación y realizar los ajustes durante su utilización)
- Profesionales y Técnicos del Área (responsables de la aplicación de los documentos técnicos y hacer las observaciones para validarlos y ajustarlos)

4.3.2.1 Procedimientos ensayos de laboratorio

En el servicio de Experimentación Geotécnica se pueden realizar 87 ensayos de laboratorio divididos de la siguiente forma: 35 en suelos, 13 en rocas, 3 en enrocados, 8 en concreto, 6 en cementos, 19 en agregados y 3 en acero, todos amparados a una normativa internacional que los regula.

Del diagnóstico documental que se observa en el cuadro 8 se determina que, a excepción de 4 ensayos, todos tienen un formulario diseñado para el registro de los datos y procesamiento del ensayo. No obstante, ninguno tiene un procedimiento formalmente redactado. Hay siete ensayos en los que se está trabajando en la redacción de los documentos de gestión (procedimientos) con el

objeto de iniciar con ellos el proceso de acreditación de los servicios del laboratorio bajo la norma ISO 17025:2005, cuyo proceso inició en el año 2015 y tiene previsto finalizar en el primer semestre del 2017. Los restantes documentos deben ser objeto de redacción y serán previstos como parte del alcance de este trabajo a efectos de incluirlos en la programación y costos del Plan de Proyecto.

Cuadro 8 Diagnóstico situación documental Ensayos de Laboratorio (Fuente: Proyecto acreditación Experimentación Geotécnica – documentos en elaboración)

Tipo	Ensayo	Procedimiento	Formulario
Suelos	CBR	No	Sí
Suelos	Clasificación SUCS (incluye límites y granulometría)	En proceso	Sí
Suelos	Compresión inconfinaada en suelos	No	Sí
Suelos	Consolidación (requiere Gs)	No	Sí
Suelos	Contenido de humedad suelos	En proceso	Sí
Suelos	Corte directo en suelos inalterados (25x25) cm	No	Sí
Suelos	Corte directo en suelos inalterados (30x30) cm	No	Sí
Suelos	Corte directo en suelos inalterados (5, 6 y 20) cm	No	Sí
Suelos	Corte directo en suelos remoldeados (25x25) cm	No	Sí
Suelos	Corte directo en suelos remoldeados (30x30) cm	No	Sí
Suelos	Corte directo en suelos remoldeados (5, 6 y 20) cm	No	Sí
Suelos	Densidad relativa (mesa vibratoria)	No	Sí
Suelos	Densidad volumétrica de suelos inalterados (cilindro)	No	Sí
Suelos	Densidad volumétrica de suelos inalterados (cubos)	No	Sí
Suelos	Erodabilidad (Pin Hole)	No	Sí
Suelos	Granulometría en lastre	No	Sí
Suelos	Granulometría en suelo	No	Sí
Suelos	Gs en suelo	En proceso	Sí
Suelos	Hidrómetro (requiere Gs)	En proceso	Sí
Suelos	Hinchamiento bajo condiciones de carga normal	No	Sí
Suelos	Hinchamiento libre	No	Sí
Suelos	Lavado en tamiz No. 200 (suelos)	En proceso	Sí
Suelos	Límite líquido	En proceso	Sí
Suelos	Límite plástico	En proceso	Sí
Suelos	Permeabilidad carga constante en suelos inalterados.	No	No
Suelos	Permeabilidad carga constante en suelos remoldeados.	No	No
Suelos	Peso unitario suelto en suelo no cohesivo	No	Sí
Suelos	Peso unitario compactado en suelo no cohesivo	No	Sí
Suelos	Presión de hinchamiento	No	Sí
Suelos	Proctor estándar	No	Sí

Suelos	Proctor modificado	No	Sí
Suelos	Triaxial CD - consolidad y drenada (requiere Gs)	No	Sí
Suelos	Triaxial CU - consolidada no drenada (requiere Gs)	No	Sí
Suelos	Triaxial QU - no saturada no drenada (requiere Gs)	No	Sí
Suelos	Triaxial UU - no consolidada no drenada (requiere Gs)	No	Sí
Rocas	Carga puntual	No	Sí
Rocas	Compresión inconfiada en rocas	No	Sí
Rocas	Contenido de humedad rocas	No	Sí
Rocas	Corte directo en roca blanda (25x25) cm	No	Sí
Rocas	Corte directo en roca blanda (30x30) cm	No	Sí
Rocas	Corte directo Juntas de roca (25x25) cm	No	Sí
Rocas	Corte directo Juntas de roca (30x30) cm	No	Sí
Rocas	Densidad volumétrica de núcleos de roca	No	Sí
Rocas	Extracción de núcleos en laboratorio	No	Sí
Rocas	GS y absorción en roca	No	Sí
Rocas	Tracción Brasileña	No	Sí
Rocas	Triaxial en roca	No	Sí
Rocas	Velocidad de pulso ultrasónico (Onda P)	No	Sí
Enrocados	Contenido de humedad enrocado	No	Sí
Enrocados	Oedómetro	No	Sí
Enrocados	Ruptura de granos	No	Sí
Concreto	Compresión de bloques de mampostería	No	Sí
Concreto	Compresión en cilindros de concreto	No	Sí
Concreto	Compresión en núcleos de concreto	No	Sí
Concreto	Densidad y absorción en bloques de mampostería	No	Sí
Concreto	Diseño de mezcla	No	Sí
Concreto	Revenimiento en laboratorio	No	Sí
Concreto	Tracción en cilindros de concreto	No	Sí
Concreto	Tracción en núcleos de concreto	No	Sí
Cemento	Compresión de cubos de mortero (5x5) cm	No	Sí
Cemento	Consistencia	No	Sí
Cemento	Expansión autoclave	No	No
Cemento	Fabricación de cubos de mortero (5x5) cm	No	Sí
Cemento	Finura Blaine	No	Sí
Cemento	Tiempo de fraguado de cementos	No	No
Agregados	Abrasión de agregados (Los Ángeles)	No	Sí
Agregados	Contenido de humedad agregados	No	Sí
Agregados	Cuarteo de materiales finos	No	Sí
Agregados	Cuarteo de materiales gruesos	No	Sí
Agregados	Determinación de partículas planas y elongadas	No	Sí
Agregados	Durabilidad "Slake"	No	Sí

Agregados	Granulometría en agregado fino	No	Sí
Agregados	Granulometría en agregado grueso	No	Sí
Agregados	GS y absorción en agregado fino	No	Sí
Agregados	GS y absorción en agregado grueso	No	Sí
Agregados	Lavado en tamiz No. 200 (agregado fino)	No	Sí
Agregados	Lavado en tamiz No. 200 (agregado grueso)	No	Sí
Agregados	Peso unitario compactado en agregado fino	No	Sí
Agregados	Peso unitario compactado en agregado grueso	No	Sí
Agregados	Peso unitario suelto en agregado fino	No	Sí
Agregados	Peso unitario suelto en agregado grueso	No	Sí
Agregados	Reacción álcali-agregado (solo preparación de muestras)	No	Sí
Agregados	Sanidad de agregado fino (sulfato de sodio)	No	Sí
Agregados	Sanidad de agregado grueso (sulfato de sodio)	No	Sí
Acero	Tracción en cables y/o alambres de acero	No	Sí
Acero	Tracción en probetas de acero	No	Sí
Acero	Tracción en varillas de acero	No	Sí

4.3.2.2 Procedimientos ensayos de campo

Para efectos de recopilar la información básica en Ingeniería Geotécnica se pueden realizar diferentes actividades de campo, dependiendo del requerimiento y necesidades de información.

Se ha identificado que hay capacidad de ejecución de hasta 18 diferentes actividades distribuidas entre ensayos, muestreos y descripciones de campo, cada una de ellas con características y objetivos diferentes.

En el cuadro 9 se resume un diagnóstico de la situación documental de cada uno de estos ensayos, realizado con el fin de identificar si cuentan con manual de procedimiento, diagramas de flujo del proceso, formularios estandarizados y Norma ASTM aplicable, esto a efectos de identificar los aspectos de normalización requeridos y que deben ser objeto de redacción y serán previstos como parte del alcance de este trabajo a efectos de incluirlos en la programación y costos del Plan de Proyecto.

Cuadro 9 Diagnóstico situación documental Ensayos de Campo (Fuente: tomado del Proyecto Normalización IGT e IGL, ICE 2015)

Diagnóstico Situación Documental Ensayos de Campo				
Ensayo	Procedimiento ICE		Formulario Campo	Norma ASTM
	Diagrama Flujo	Texto		
Placa en suelo	No	No	No	Sí
Placa en roca	Sí	Sí	Sí	Sí
Goodman Jack	Sí	Sí	Sí	Sí
Flat Jack	No	No	No	Sí
Corte Directo Suelo	No	No	No	No
Corte Directo Roca	Sí	No	Sí	Sí
SPT	Sí	No	No	Sí
CPT	Sí	No	No	Sí
DMT	Sí	No	No	Sí
Presiómetro TEXAM	No	No	No	No
Veleta	No	No	No	Sí
Penetrómetro	No	No	No	No
Descripción y muestreo de perforaciones	Sí	No	Sí	No
Descripción y muestreo de galerías	No	No	No	No
Descripción y muestreo de pozos	No	No	No	No
Descripción de afloramientos de macizos rocosos	Sí	No	Sí	No
Descripción y muestreo de trincheras (sitios de préstamo)	Sí	No	Sí	No
Descripción y muestreo de trincheras (suelos)	No	Sí	No	No

Del cuadro 9 se concluye que se requieren normalizar 54 documentos, de los cuales 18 documentos ya existen pero deben ser objeto de una revisión y actualización para adaptarlos al sistema de gestión del Centro Servicio Diseño y cumplir con los formatos establecidos y, 36 documentos que deben ser elaborados divididos en:

- 9 Diagramas de Flujo para la realización de los ensayos
- 15 Procedimientos de realización de ensayos
- 12 Formularios de campo
- Más un documento normativo adicional que establezca la codificación para los sondeos y muestreos de campo.

Además de estos documentos, también es necesario elaborar una plantilla para registrar el reconocimiento del sitio de estudio, que, dependiendo de la situación, es necesario llevar a cabo de previo para conocer su topografía, accesibilidad, geología, entre otros, para de esta forma poder definir el tipo de investigación,

equipo a utilizar, exploración y ensayos de campo más apropiados, en concordancia con la complejidad de la obra, experiencia y normativa aplicable.

4.3.2.3 Procedimientos modelos, análisis y diseño

Para realizar el modelo, análisis y diseño geotécnico se recurre a una serie de técnicas y herramientas que incluyen la utilización de referencias en literatura, hojas de cálculo programadas, métodos empíricos, criterio experto y uso de software especializado, entre otros.

Ya existen, dentro del análisis de la información existente, documentos de gestión denominados Métodos de Trabajo para realizar los estudios geotécnicos del terreno y para el análisis y diseño geotécnico (ICE, 2013), no obstante, el alcance de estos documentos es descriptivo y se considera que no es suficiente para documentar y normalizar las actividades técnicas de ejecución.

Si bien es cierto Ingeniería Geotécnica acumula experiencia y buenas prácticas en su quehacer diario que garantiza la calidad del servicio, en concordancia con lo señalado en el apartado 8.3.4 de la norma ISO 9001:2015, para demostrar la trazabilidad y control del desarrollo del diseño, aspectos que están directamente relacionados con la garantía técnica del servicio de parte del proveedor del servicio hacia el sistema de gestión del Centro Servicio Diseño, es necesario elaborar los documentos que permitan complementarlos en los siguientes aspectos:

- Interpretar los datos obtenidos de la investigación de campo y de los ensayos de laboratorio
- Elaborar el modelo geotécnico
- Realizar el análisis geotécnico
- Realizar el diseño geotécnico
- Revisar y validar los resultados

A ese efecto, una plantilla fundamental de inicio de estas actividades debe contener como mínimo las premisas siguientes:

- Número de OS en el SIGO
- Nombre del cliente
- Nombre del servicio
- Nombre y firma del profesional (es) a cargo de la ejecución del servicio
- Descripción del alcance
- Objeto del servicio
- Requisitos funcionales y de desempeño
- Normativa aplicable (legal y reglamentaria)
- Recursos utilizados (personal, equipo, software)
- Salidas previstas (informes, planos, especificaciones técnicas, otros)

Una propuesta de esta plantilla puede observarse en la Figura 16.

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN			Código:
	INGENIERÍA GEOTÉCNICA FORMULARIO PREMISAS DISEÑO		
			Versión: 1 Página 1 de 1
Solicitud de cambio N°:	Elaborado por:	Aprobado por:	Rige a partir de

Número de SIGO	
Número de OS SIGESCO	
Nombre del Servicio	
Nombre del Cliente	
Objeto del Servicio	
Requisitos funcionales y de desempeño	
Normativa aplicable (legal y reglamentaria)	
Recursos utilizados	
Entregables previstos	
Nombre, firma, fecha Profesional(es) a cargo	

Figura 16 Propuesta preliminar de plantilla de registro de entradas para el modelaje, análisis y diseño (Fuente: elaboración propia)

4.3.2.4 Procedimientos auscultación de obras

Auscultar es la técnica de analizar el comportamiento y funcionamiento de terrenos, sitios u obras a través de mediciones e inspecciones periódicas de la instrumentación instalada en sitio.

Como parte fundamental que garantiza la sostenibilidad en la operación de las obras geotécnicas, este servicio es muy especializado y requiere de profesionales con un nivel de conocimiento experto tanto en los procesos de diseño como de operación y mantenimiento.

El Método de Trabajo existente para realizar el diseño y la auscultación de obras (ICE, 2013) es, como en el caso anterior, descriptivo y se considera que no es suficiente para documentar y normalizar las actividades de ejecución técnica, por lo que de igual forma, en concordancia con lo señalado en el apartado 8.3.4 de la norma ISO 9001:2015, para garantizar la trazabilidad y control del desarrollo del diseño es necesario elaborar los documentos que permitan complementarlos en los siguientes aspectos:

- Objeto y alcance de la instrumentación
- Instrumentación disponible
- Usos y umbrales de trabajo
- Criterios de falla
- Análisis de resultados

4.3.2.5 Sistemas y software para el análisis y diseño geotécnico

Ingeniería Geotécnica, como parte de su programa de actualización en las herramientas tecnológicas que ofrece el mercado, ha adquirido software muy especializado para apoyar los procesos de análisis y diseño de las soluciones geotécnicas.

En el cuadro 10 se indican los principales softwares disponibles en el Área, la cantidad de licencias y el rango de aplicación.

Cuadro 10 Software disponible en Ingeniería Geotécnica (Fuente: elaboración propia)

Software	Aplicación
ALL-PILE	Análisis de pilas, pozos, pilotes y micropilotes
DIPS	Análisis interactivo de datos estructurales geológicos
EXAMINE 3D	Análisis de excavaciones subterráneas en roca
FLAC	Análisis geotécnico avanzado (diferencias finitas) en suelo y roca
FLAC3D	Análisis geotécnico avanzado (diferencias finitas) en suelo y roca con apoyo estructural en tres dimensiones
GGU-FOOTING	Análisis de la capacidad de soporte para diseño de fundaciones
GGU-GABION	Cálculo y dimensionamiento de estructuras de refuerzo con gaviones
GGU-RETAIN	Análisis de muros o pantallas de retención
LIQUITER_2015	Análisis de licuefacción de suelos
LOADCAP_2015	Cálculo de carga última en terrenos sueltos o rocosos
PHASE ²	Análisis geotécnico avanzado (elementos finitos) en suelo y roca
QUAKE	Análisis dinámico
ROCDATA	Análisis de datos de rocas y resistencia de suelos
ROCFALL	Análisis estadístico para evaluación de caídos
ROCTOPPLE	Análisis de taludes en roca
RS ³	Análisis en 3D de estructuras geotécnicas para aplicaciones civiles y mineras
SETTLE3D	Análisis de consolidación y asentamientos de fundaciones
SLIDE	Análisis de estabilidad de taludes
SVFLUX	Modelado de filtración de aguas en suelos y rocas
SVSLOPE	Análisis de estabilidad de taludes
SWEDGE	Análisis de geometría y estabilidad de cuñas en laderas rocosas
UNWEDGE	Análisis de estabilidad en 3D para excavaciones subterráneas en rocas
GID	Modelado geométrico, generación de mallas y análisis de resultados en el campo de los elementos finitos

Es necesario, en concordancia con un sistema de gestión, mantener documentado el inventario del software disponible en el Área, que incluye, entre otros aspectos, la determinación del nombre, versión, licencia y fecha de compra o actualización.

De igual manera, de una forma sistemática, con una periodicidad al menos anual y por intermedio de una Comisión designada para tal fin (dos personas con amplios conocimientos del software especializado en Geotecnia), debe evaluarse el mercado en la búsqueda de software de desarrollo reciente, con aplicación a las actividades del Área y que ayuden a mejorar su desempeño, debe analizarse la pertinencia de actualizar los softwares disponibles a su versión más reciente y, determinarse la obsolescencia de aquellos softwares que ya no tienen soporte técnico por parte de su casa desarrolladora, todo esto en un proceso de mejora continua que busca mantenerse actualizado en este aspecto tecnológico.

4.3.2.6 Procedimientos elaboración y registro de entregables

El Centro Servicio Diseño ya ha normalizado los formatos de los entregables (informes y planos), mismos que deberán posiblemente ajustarse de forma menor dentro del sistema de gestión certificado.

A ese respecto, siendo Ingeniería Geotécnica parte integral del CS Diseño debe hacer uso de estos documentos regulatorios, lo que le permite en todos los extremos permanecer bajo el control de proveedor externo hacia el CS Diseño.

4.3.3 Normalización del proceso de salida

Como se reseñó en el cuadro 6, las salidas del proceso de diseño deben asegurar que cumplen con una serie de parámetros señalados al inicio del servicio, que deberían constar en una plantilla de cierre del servicio, que debe contener al menos la siguiente información:

- Número de OS en el SIGO
- Nombre del cliente
- Nombre del servicio
- Fecha real de inicio y de finalización
- Nombre y firma del profesional (es) a cargo de la ejecución del servicio
- Nombre y firma del profesional revisor
- Nombre y firma del profesional aprobador
- Lista de verificación de los requisitos de entrada

Esta plantilla sirve, desde el punto de vista del sistema de gestión del CS Diseño para el control de proveedor externo, como un documento que garantiza el cumplimiento de los requisitos del cliente y como elemento de verificación y validación de la calidad técnica del servicio.

Una propuesta de esta plantilla puede observarse en la Figura 17.

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN			Código:
	INGENIERÍA GEOTÉCNICA FORMULARIO SALIDA SERVICIO		
			Versión: 1 Página 1 de 1
Solicitud de cambio N°:	Elaborado por:	Aprobado por:	Rige a partir de

Número de SIGO	
Número de OS SIGESCO	
Nombre del Servicio	
Nombre del Cliente	
Fecha real inicio	
Fecha real finalización	
Costo ejecutado	
Verificación requisitos de entrada	
Nombre, firma, fecha Profesional(es) a cargo	
Nombre, firma, fecha Profesional revisor	
Nombre, firma, fecha Profesional aprobador	

Figura 17 Propuesta preliminar de plantilla para el registro de salida del servicio de diseño (Fuente: elaboración propia)

4.4 Recursos y Cronograma para la implementación

En la sección 4.3 se hizo la identificación de los documentos (procedimientos, instructivos, formularios) que deben ser elaborados para poder cumplir con todos los extremos de lo que señala la norma ISO 9001:2015 en su capítulo 4.3 y así de esta forma, poder incorporar a Ingeniería Geotécnica dentro del proceso de certificación.

Esta identificación abarca el proceso de inicio, el proceso de ejecución del servicio y el proceso de salida junto con el proceso continuo de control y verificación del diseño.

Estos documentos, una vez elaborados y con el sistema de gestión del CS Diseño en operación, permitirán generar las evidencias documentales para que puedan ser auditados, de forma tal que Ingeniería Geotécnica pueda ser incluida dentro de los alcances del sistema de gestión del Centro Servicio Diseño para su proceso técnico, que es el objetivo final de este trabajo.

Para su implementación se requiere definir los recursos (humanos, técnicos) para establecer un programa y un costo que sirva a la Administración como referente para su seguimiento.

En el cuadro 11 se resume la lista de documentos identificados que deben ser objeto de elaboración y/o ajustes durante la etapa de implementación de este proyecto.

Cuadro 11 Documentos que deben ser elaborados (Fuente: elaboración propia)

Proceso	Procedimientos	Formularios
Entrada	-	1
Ensayos Laboratorio	77	4
Ensayos Campo	15	13
Modelos, análisis y diseño	5	1
Auscultación de obras	5	-
Elaboración y registro de entregables	-	-
Salida	-	1
Total	102	20

Se ha supuesto como una premisa que se dispondrá de un Ingeniero Industrial a tiempo completo liderando el desarrollo de la parte documental e implementación de los diferentes documentos, apoyado fuertemente en los aspectos técnicos por la Coordinación del Área de Ingeniería Geotécnica y por los profesionales y técnicos a cargo de la ejecución de los servicios, estos en un porcentaje de su tiempo efectivo que se asume no supere un 15%.

De entrevistas con Gestores de Calidad y en recomendaciones basadas en experiencias de procesos previos, se ha estimado una semana en promedio para la elaboración y revisión de cada documento más un día para la capacitación al personal e inicio con su implementación.

Por efectos de la asignación de recursos y prioridad en la atención se ha decidido, para los efectos de la programación, iniciar con las actividades de ensayos de campo, modelos, análisis, diseño y auscultación para posteriormente darle continuidad con los ensayos de laboratorio. Lo anterior en razón de que el laboratorio estaría en forma simultánea terminando de desarrollar e implementar su sistema de gestión bajo la norma ISO 17025:2005 y podría haber interferencia en los recursos y tiempo disponible.

Con base en esta información y supuestos se ha procedido, con la elaboración de la estructura detallada de trabajo (EDT) y el programa de trabajo con la correspondiente asignación de tiempos y recursos.

En la figura 19 se muestra el resumen de la estructura detallada de trabajo, en la figura 20 el programa resumido de trabajo y en el cuadro 12 el resumen de los costos, que permite establecer un plazo de aproximadamente 18 meses y un costo estimado de ¢ 107 millones para poder llevar adelante la implementación de este Plan de Proyecto. Aproximadamente el 75% del tiempo y del costo es atribuible al desarrollo de la parte documental en tanto que el 25% restante corresponde con la parte de implementación.

En el Anexo 2 se muestra la estructura detallada de trabajo con el desglose completo y en el Anexo 3 el programa de trabajo con el desglose y costo completo.

Cuadro 12 Resumen de tiempos y costos para la implementación de la norma ISO 9001:2015 para Ingeniería Geotécnica (Fuente: elaboración propia)

Nombre de tarea	Costo
Proceso para Certificación ISO 9001:2015 de IGT	₪106,677,080.00
Elaboración de documentos	₪78,335,800.00
Proceso de Entrada	₪783,600.00
Procesos de Ejecución	₪75,985,000.00
Proceso de Salida	₪1,567,200.00
Implementación de los procedimientos y formularios	₪28,341,280.00
Proceso de Entrada	₪607,200.00
Procesos de Ejecución	₪26,519,680.00
Procedimientos y Formularios Ensayos Laboratorio	₪7,630,080.00
Procedimientos y Formularios Ensayos Campo	₪4,976,000.00
Procedimientos y Formularios Modelos, Análisis y Diseño	₪6,956,800.00
Procedimientos y Formularios Auscultación de Obras	₪6,956,800.00
Proceso de Salida	₪1,214,400.00

Una vez levantada la documentación que ya fue identificada en este trabajo y realizadas las capacitaciones al personal según el programa previsto, viene posteriormente un proceso de generación de las evidencias documentales que consiste en iniciar con la implementación de los documentos normativos generando los registros necesarios para garantizar que están siendo utilizados.

Este es un proceso que, de acuerdo con consultas realizadas a los gestores de calidad a cargo del mismo, puede demorarse un estimado de unos seis meses en tanto el sistema se entiende y madura. Es además necesario, para enlazarlo con el sistema de gestión de Ingeniería y Construcción, realizar al menos dos auditorías internas de calidad que permitirían la identificación de no conformidades y la implementación de acciones correctivas de previo a solicitar a un ente certificador que realice la auditoría de certificación.

Dado que los demás procesos del sistema de gestión serán cubiertos dentro del proceso inicial de certificación, a excepción de lo relacionado con el diseño y desarrollo del producto, aspecto que concierne a las áreas técnicas, es necesario que este enlace se realice oportunamente y de la mejor manera para que la implementación sea satisfactoria para el área técnica sin que afecte la calidad del sistema de gestión inicialmente certificado.

5 CONCLUSIONES

- Bajo la visión de salir a gestionar oportunidades de negocios tanto a nivel del sector gobierno como en el sector privado, es menester contar con los procesos certificados por una normativa tipo ISO 9001:2015 a efectos de ofrecer beneficios en competitividad y mejoras en los procesos, que redundarán en un beneficio para los clientes.
- De la revisión documental y mapeos realizada se determina que se deben actualizar y mejorar los documentos ya elaborados (métodos de trabajo) a efectos de adecuarlos y alinearlos con un proceso de normalización bajo la norma ISO 9001:2015.
- Dentro del alcance de la proyectada certificación del Proceso de Gestión de los Servicios del Centro de Servicio Diseño no se encuentra la ejecución de los procesos técnicos de diseño y desarrollo de los productos y servicios que ejecuta Ingeniería Geotécnica. En consecuencia, dentro del sistema de gestión a certificar los procesos técnicos de diseño y desarrollo se han considerado bajo la figura de proveedores externos.
- Los procesos técnicos de diseño y desarrollo del Centro de Servicio Diseño deben iniciar, de una forma alineada con el proceso de certificación principal, los esfuerzos para normalizar y documentar sus actividades para incorporarlos posteriormente a la certificación principal, pues el paso de tener el rol de proveedor del sistema a tener el rol de ejecutor y ser parte del sistema es ineludible.
- Se ha identificado que hay una cantidad importante de documentos que deben elaborarse a efectos de poder normalizar y documentar las diferentes actividades que realiza Ingeniería Geotécnica, que incluyen documentos relacionados con los ensayos de laboratorio y campo, procesos de análisis, diseño y auscultación, entre otros.
- Se determina que la elaboración de estos documentos y su implementación tomará, acorde con el programa de trabajo elaborado y las premisas utilizadas, alrededor de 18 meses con un costo estimado de

aproximadamente 107 millones de colones. Una vez concluida esta etapa de preparación documental y para poder lograr la certificación, deberán realizarse al menos dos auditorías internas de gestión y la implementación de las medidas correctivas como el paso final antes de solicitar la auditoría final al ente certificador.

- Se determina que tanto Ingeniería y Construcción como el Centro de Servicio Diseño han venido desarrollando actividades tendientes a trabajar bajo un sistema de gestión cuyo nivel de madurez actual permite buscar llevar adelante un proceso de normalización cuyo objetivo es la obtención de la certificación en la norma ISO 9001:2015 para el Proceso de Gestión de los Servicios del Centro de Servicio Diseño. El Plan de Proyecto desarrollado en este trabajo permite dejar las bases necesarias para cubrir los aspectos de ejecución técnica que permitan incorporar al sistema de gestión al área de especialidad de Ingeniería Geotécnica una vez se hayan desarrollado los aspectos documentales pertinentes, cumpliendo con ello con el objetivo general.
- Desde la perspectiva de crecimiento personal, el aprendizaje y desarrollo de las técnicas de Administración de Proyectos permitieron implementar, para el desarrollo de este trabajo, la capacidad de síntesis y estructura para delimitar el plan de proyecto y concretar una propuesta realizable.

6 RECOMENDACIONES

- Debe continuarse con la implementación de una cultura en gestión de calidad que debe hacerse gradualmente, a través de capacitación y sensibilización a los colaboradores, con la intención de favorecer la aceptación y evitar el rechazo a la implementación de un sistema de gestión bajo la norma ISO 9001:2015.
- Debe asegurarse que una vez concluidos las diferentes etapas del proyecto los resultados sean evaluados de tal forma que permitan darle un seguimiento al cumplimiento del objetivo final de incorporar a Ingeniería Geotécnica a la proyectada certificación.
- Se recomienda establecer capacitaciones al equipo de trabajo de Ingeniería Geotécnica en donde se den a conocer los conocimientos básicos de la administración de proyectos con el fin de que todo el equipo tenga la misma perspectiva respecto de los beneficios de implementar este plan de gestión bajo ISO 9001:2015.
- Se recomienda revisar, en función de los recursos disponibles que puedan ser asignados, la posibilidad de disminuir el tiempo de elaboración e implementación de los elementos documentales de la norma ISO 9001:2015 a un año como máximo, esto a efectos de evitar que un tiempo demasiado extenso haga perder impulso y limite el accionar del grupo.
- Es recomendable que los tomadores de decisión a cargo de los procesos técnicos tengan formación y conocimientos de las técnicas de Administración de Proyectos, pues ello facilita no solo la comprensión sino también la implementación de acciones relacionadas, favoreciendo el cambio con menor oposición.
- Es recomendable que el equipo de Certificación que hoy tiene Ingeniería y Construcción conozca de este plan y lo vaya incorporando en la planificación del crecimiento futuro.

7 BIBLIOGRAFIA

- Biblioteca Universidad de Alcalá. Tipos de fuentes de información. Recuperado el 14 de octubre del 2014 de:
http://www3.uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/FUENTESDEINFORMACION/tipos_de_fuentes_de_informacin.html
- Bisquerra, R. (1989). Métodos de investigación educativa: Guía práctica. Barcelona. Editorial CEAC.
- Chamoun, Y. (2002). Administración Exitosa de Proyectos, La Guía. México D.F. Editorial Mc Graw Hill Interamericana.
- Clements, James P & Gido, Jack (2008). Administración Exitosa de Proyectos. (3ª. Edición). México D.F. Editorial Cengage.
- Dharma Consulting. (2014). Herramientas gratuitas - gestión de proyectos. Recuperado el 15 de octubre del 2015 de:
<http://dharmacon.net/herramientas/gestion-proyectos-formatos/>
- Hernández Sampieri et al (2010). Metodología de la investigación (quinta edición). México D.F. Editorial McGraw Hill Interamericana.
- ICE (2012). Método de trabajo Servicios de Experimentación Geotécnica. San José, Costa Rica. Documento interno ICE.
- ICE (2013). Método de trabajo Estudios Geotécnicos de Terreno. San José, Costa Rica. Documento interno ICE.
- ICE (2013). Método de trabajo para Análisis y Diseño Geotécnico de Obras. San José, Costa Rica. Documento interno ICE.
- ICE (2013). Método de Trabajo para Supervisión Geotécnica. San José, Costa Rica. Documento interno ICE.
- ICE (2013). Método de trabajo para Diseño y Análisis de Auscultación de Obras. San José, Costa Rica. Documento interno ICE.
- ICE (2013). Método de trabajo para la Participación en Estudios Ambientales. San José, Costa Rica. Documento interno ICE.
- ICE (2015). Propuesta de proyecto: Normalización de procesos y creación de un sistema de gestión de la información para las Áreas de Ingeniería Geotécnica e Ingeniería Geológica. San José, Costa Rica. Documento interno ICE.
- ICE (2016). Alcance del Sistema Integrado de Gestión a certificar por Ingeniería y Construcción. San José, Costa Rica. Documento interno ICE.
- INTECO (2015). ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (quinta edición). San José, Costa Rica. Editorial INTECO.
- Jurado, Yolanda (2002). Manual para la elaboración de tesis, monografías, ensayos e informes académicos (1era. Edición). Buenos Aires, Argentina. Editorial Thomson.

- Lledó, Pablo (2013). Administración de proyectos: El ABC para un Director de proyectos exitoso. 3era ed. – Victoria, BCR, Canadá.
- Project Management Institute, Inc. (2013). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK®) -- Quinta edición. Pensilvania, Estados Unidos. Editorial PMI.
- Ramos Chagoya, E. (1° de julio del 2008). Métodos y Técnicas de Investigación: Gestipolis. Recuperado el 14 de octubre del 2015 de: <http://www.gestipolis.com/economia/metodos-y-tecnicas-de-investigacion.htm>
- Silvestrini Ruiz, M. (Enero de 2008). Fuentes de Información Primarias, Secundarias y Terciarias: Recinto de Ponce Universidad Interamericana de Puerto Rico. Recuperado el 14 de octubre del 2015 de: <http://ponce.inter.edu/cai/manuales/FUENTES-PRIMARIA.pdf>

8 ANEXOS

Anexo 1: ACTA DEL PROYECTO

ACTA DEL PROYECTO	
Formaliza la existencia del proyecto y confiere al director de proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto. Su beneficio directo: un inicio claro y límites bien definidos del proyecto.	
Fecha de firma del Acta	Nombre de Proyecto
10 de octubre del 2015	Plan de Proyecto para la obtención de la la certificación en la norma ISO 9001:2015 para el área de especialidad de ingeniería geotécnica
Áreas de conocimiento / procesos	Área de aplicación (Sector / Actividad)
Grupos de Procesos: Inicio, Planificación Áreas de conocimiento: Integración, Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, Recursos Humanos, Comunicaciones, Riesgos, Adquisiciones e Interesados	Proyecto del Sector Energía. Actividades de diseño en Ingeniería Geotécnica
Fecha tentativa de inicio del proyecto	Fecha tentativa de finalización del proyecto
02 de noviembre del 2015	06 de abril del 2016
Objetivos del proyecto (general y específicos)	
<p>Objetivo general Desarrollar un plan de proyecto con el propósito de establecer los pasos y requisitos necesarios para obtener la certificación en la norma ISO 9001 para el área de especialidad de ingeniería geotécnica con la finalidad de mejorar los procesos y beneficiar la competitividad.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar el mapeo de las actividades que desarrolla el área de especialidad para determinar sus elementos esenciales para orientar el desarrollo del PFG. 2. Establecer los pasos y requisitos de la norma ISO 9001:2015 para asociarlos con los procesos objeto de normalización, para estructurar una lista de entregables en cumplimiento de ellos.. 3. Definir los procesos que deben ser objeto de normalización, para establecer los procedimientos y métodos que deben ser objeto de redacción Establecer los pasos y requisitos de la norma ISO 9001 para asociarlos con los procesos objeto de normalización, para estructurar una lista de entregables en cumplimiento de ellos. 4. Establecer las necesidades de recursos y tiempo previstos para cada entregable para establecer un cronograma y presupuesto del proceso de implementación. 5. Integrar en un documento (PFG) los procesos a seguir para estructurar la implementación de un sistema de calidad ISO 9001 para el área de ingeniería geotécnica. 	
Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)	
<p>El Negocio de Ingeniería y Construcción (NIC) es una de las unidades estratégicas de negocio que conforman el Sector Electricidad del ICE.</p> <p>El NIC está formado por varios Centro de Servicio (CS), entre los cuales se encuentra el CS Diseño (patrocinador de este trabajo), que a su vez está estructurado en Áreas de Especialidad, siendo Ingeniería Geotécnica una de ellas.</p> <p>Actualmente el Centro de Servicio Diseño está en un proceso que buscará como objetivo final la certificación en la norma ISO 9001 para la actividad de gestión integrada de los productos y servicios que presta.</p> <p>Las diferentes áreas de especialidad que conforman el CS Diseño deberán, a su vez, iniciar con las actividades tendientes a identificar y generar los insumos necesarios para, una vez obtenida la certificación inicial, incorporar de forma paulatina su especialidad a la certificación ISO 9001 del CS Diseño.</p> <p>Desde el punto de vista operativo, la certificación en ISO 9001:2015 promete ofrecer beneficios en competitividad y mejoras en los procesos que redundará en un beneficio para el cliente.</p>	
Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto	

El producto final es un plan de proyecto que identifica y contiene los elementos necesarios para que el área de especialidad de la ingeniería objeto de este trabajo pueda obtener la certificación en la norma ISO 9001:2015.

Los entregables son:

Documento que contiene el mapeo de actividades del área de especialidad.

Documento con el diagrama de acciones necesarias conforme lo establece la norma ISO 9001:2015 y los procesos que se ven involucrados.

Documento con la identificación de los procesos que serán objeto de normalización.

Programa de trabajo con la asignación de los recursos, tiempo y costos.

Documento integrado que estructure los procesos que debe seguirse para implementar un sistema de calidad bajo la normativa ISO 9001.

Supuestos

Se cuenta con el apoyo de la Dirección del Centro de Servicio Diseño para utilizar la información base para este trabajo, que se encuentra disponible en documentos y criterio experto de los profesionales del área de especialidad.

Como proyección para competitividad y mejora de procesos se establece este proyecto como una necesidad real del CS Diseño.

Se cuenta con la disposición y voluntad del personal para llevar adelante este proceso.

Se cuenta con el apoyo para disponer del tiempo necesario para las entrevistas al personal experto.

Restricciones

El PFG se pretende esté concluido en febrero del 2016.

Deben cumplirse con los requisitos mínimos que establece la norma ISO 9001:2015.

No hay experiencia previa en el Centro de Servicio Diseño de un proceso similar.

La disponibilidad de tiempo de los profesionales que aportarán información o criterio experto puede estar limitada en razón de sus otras actividades prioritarias.

Identificación de riesgos

La falta de experiencias previas con las normas ISO 9001:2015 podría afectar el desarrollo del PFG.

La atención de las actividades laborales de carácter prioritario podría afectar la disponibilidad de los profesionales necesarios para la obtención de la información necesaria para el desarrollo del PFG.

La organización puede variar sus estrategias de mercado y reorientar esfuerzos, afectando el desarrollo del PFG.

Presupuesto

Para la elaboración del Plan de Proyecto no se requerirán recursos del Patrocinador pues lo desarrollará el estudiante interesado en su tiempo privado.

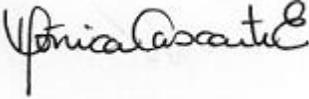
Principales hitos y fechas

Nombre hito	Fecha inicio	Fecha final
Aprobación del PFG	2 noviembre 2015	2 noviembre 2015
Mapeo de actividades	16 noviembre 2015	4 diciembre 2015
Establecer pasos y requisitos de la norma ISO 9001:2015	7 diciembre 2015	11 diciembre 2015
Definición de los procesos que deben normalizarse	14 diciembre 2015	15 enero 2016
Definición recursos y cronograma implementación	18 enero 2016	22 enero 2016
Documento Integrador	25 enero 2016	5 de febrero 2016
Lectores	8 febrero 2016	29 febrero 2016
Ajustes	1 marzo 2016	29 marzo 2016
Aprobación final del PFG	30 marzo 2016	6 de abril 2016

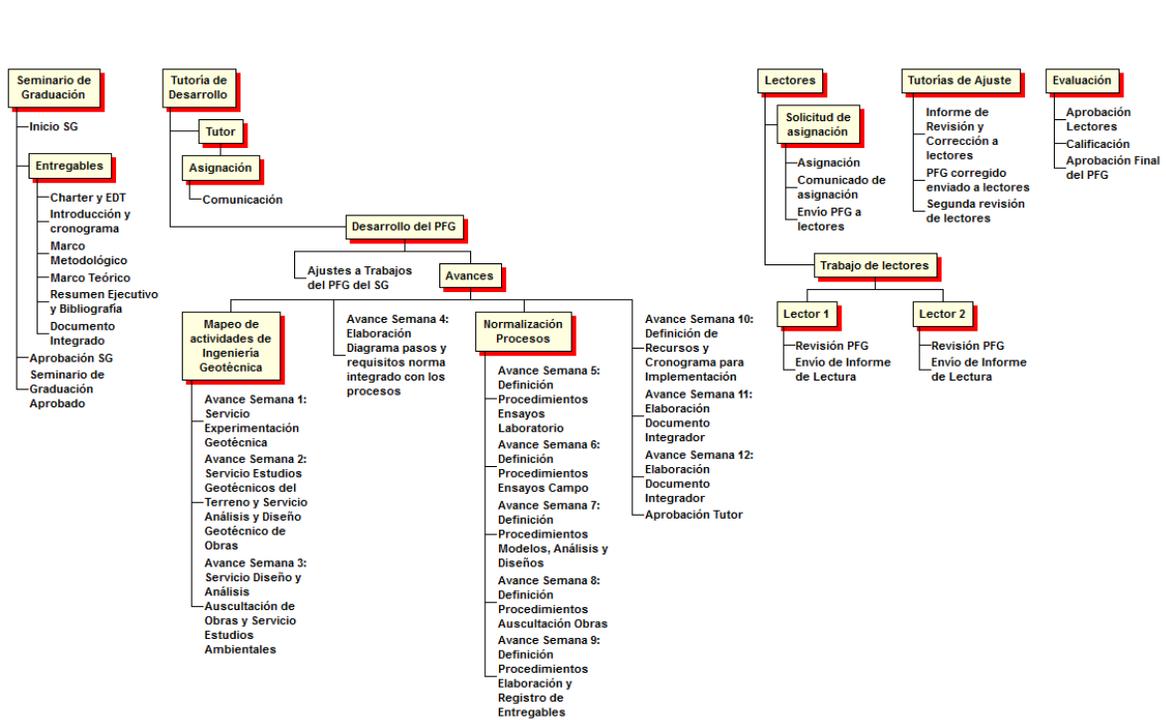
Información histórica relevante

El Negocio de Ingeniería y Construcción tiene una cultura de gestión de proyectos que ha implicado la normalización de muchas de sus actividades. De igual forma, el Centro de Servicio Diseño ha venido desarrollando una gestión importante en el seguimiento y control de los proyectos. La etapa actual, que implica llevar adelante un proceso de certificación en la norma ISO 9001:2015 es el paso siguiente a estos esfuerzos y dentro de ellos, la incorporación a una posible certificación de las áreas de especialidad es la culminación del proceso integral.

Identificación de grupos de interés (involucrados)

Involucrados Directos: Director del Centro de Servicio Diseño Coordinador del Área de Ingeniería Geotécnica Involucrados Indirectos: Coordinador de Experimentación Geotécnica Coordinador de Análisis y Estudios Geotécnicos Profesionales y Técnicos del Área de Ingeniería Geotécnica Profesores de la UCI relacionados con el PFG	
Director de proyecto: Mauricio Enrique Varela Ramírez	Firma: 
Autorización de: Mónica Cascante Elizondo	Firma: 

Anexo 2: EDT del PFG

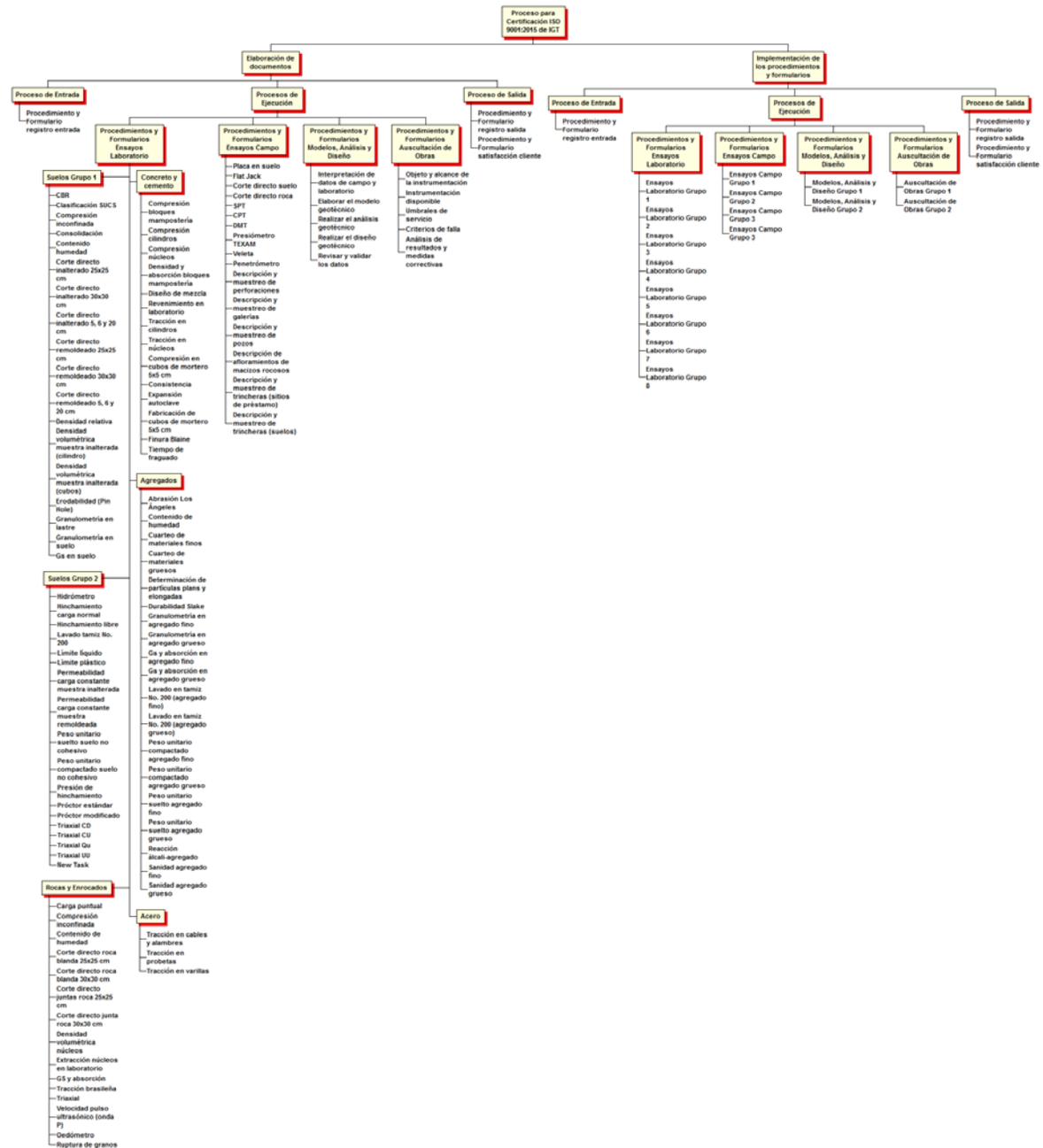


Anexo 3: CRONOGRAMA DEL PFG

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Cronograma PFG V01	151.75 días	lun 05/10/15	mar 03/05/16
Seminario de Graduación	20 días	lun 05/10/15	lun 02/11/15
Tutoría de Desarrollo	87 días	lun 02/11/15	mar 01/03/16
Tutor	7 días	lun 02/11/15	mar 10/11/15
Desarrollo del PFG	80 días	mié 11/11/15	mar 01/03/16
Revisión y Ajustes a Trabajos del PFG del SG	10 días	mié 11/11/15	mar 24/11/15
Avances	70 días	mié 25/11/15	mar 01/03/16
Revisión Mapeo de actividades de Ingeniería Geotécnica	10 días	mié 25/11/15	mar 08/12/15
Avance Semana 1: Servicio Experimentación Geotécnica	2 días	mié 25/11/15	jue 26/11/15
Avance Semana 2: Servicio Estudios Geotécnicos del Terreno y Servicio Análisis y Diseño Geotécnico de Obras	4 días	vie 27/11/15	mié 02/12/15
Avance Semana 3: Servicio Diseño y Análisis Auscultación de Obras y Servicio Estudios Ambientales	4 días	jue 03/12/15	mar 08/12/15
Avance Semana 4: Elaboración Diagrama pasos y requisitos norma integrado con los procesos	5 días	mié 09/12/15	mar 15/12/15
Entrega 1° Avance para Revisión	0 días	mar 22/12/15	mar 22/12/15
Revisión por Tutor 1° Avance	5 días	mar 22/12/15	mar 29/12/15
Normalización Procesos	34.75 días	mié 16/12/15	mar 02/02/16
Avance Semana 5: Definición Procedimientos Ensayos Laboratorio	5 días	mié 16/12/15	mar 22/12/15
Avance Semana 6: Definición Procedimientos Ensayos Campo	5 días	mié 23/12/15	mar 29/12/15
Avance Semana 7: Definición Procedimientos Modelos, Análisis y Diseños	5 días	mié 30/12/15	mar 05/01/16
Avance Semana 8: Definición Procedimientos Auscultación Obras	5 días	mié 06/01/16	mar 12/01/16
Avance Semana 9: Definición Procedimientos Elaboración y Registro de Entregables	5 días	mié 13/01/16	mar 19/01/16
Entrega 2° Avance para Revisión	0 días	mar 26/01/16	mar 26/01/16
Revisión por Tutor 2° Avance	5 días	mar 26/01/16	mar 02/02/16
Avance Semana 10: Definición de Recursos y Cronograma para Implementación	5 días	mié 20/01/16	mar 26/01/16
Avance Semana 11: Elaboración Documento Integrador	5 días	mié 27/01/16	mar 02/02/16
Avance Semana 12: Elaboración Documento Integrador	5 días	mié 03/02/16	mar 09/02/16
Entrega 3° Avance para Revisión	0 días	mié 10/02/16	mié 10/02/16
Revisión por Tutor 3° Avance	10 días	mié 10/02/16	mar 23/02/16
Ajustes al documento PFG	5 días	mié 24/02/16	mar 01/03/16
Documento listo para entrega e inicio de lectores	0 días	mar 01/03/16	mar 01/03/16
Lectores	16 días	mié 02/03/16	mié 23/03/16
Solicitud de asignación	5 días	mié 02/03/16	mar 08/03/16
Asignación	2 días	mié 02/03/16	jue 03/03/16
Comunicado de asignación	2 días	vie 04/03/16	lun 07/03/16
Envío PFG a lectores	1 día	mar 08/03/16	mar 08/03/16
Trabajo de lectores	11 días	mié 09/03/16	mié 23/03/16
Lector 1	11 días	mié 09/03/16	mié 23/03/16
Revisión PFG	10 días	mié 09/03/16	mar 22/03/16
Envío de Informe de Lectura	1 día	mié 23/03/16	mié 23/03/16
Lector 2	11 días	mié 09/03/16	mié 23/03/16
Revisión PFG	10 días	mié 09/03/16	mar 22/03/16
Envío de Informe de Lectura	1 día	mié 23/03/16	mié 23/03/16
Tutorías de Ajuste	21 días	jue 24/03/16	jue 21/04/16
Informe de Revisión y Corrección a lectores	10 días	jue 24/03/16	mié 06/04/16
PFG corregido enviado a lectores	1 día	jue 07/04/16	jue 07/04/16
Segunda revisión de lectores	10 días	vie 08/04/16	jue 21/04/16
Evaluación	5 días	mar 26/04/16	mar 03/05/16
Aprobación Lectores	2 días	mar 26/04/16	jue 28/04/16
Calificación	3 días	jue 28/04/16	mar 03/05/16
Aprobación Final del PFG	0 días	mar 03/05/16	mar 03/05/16

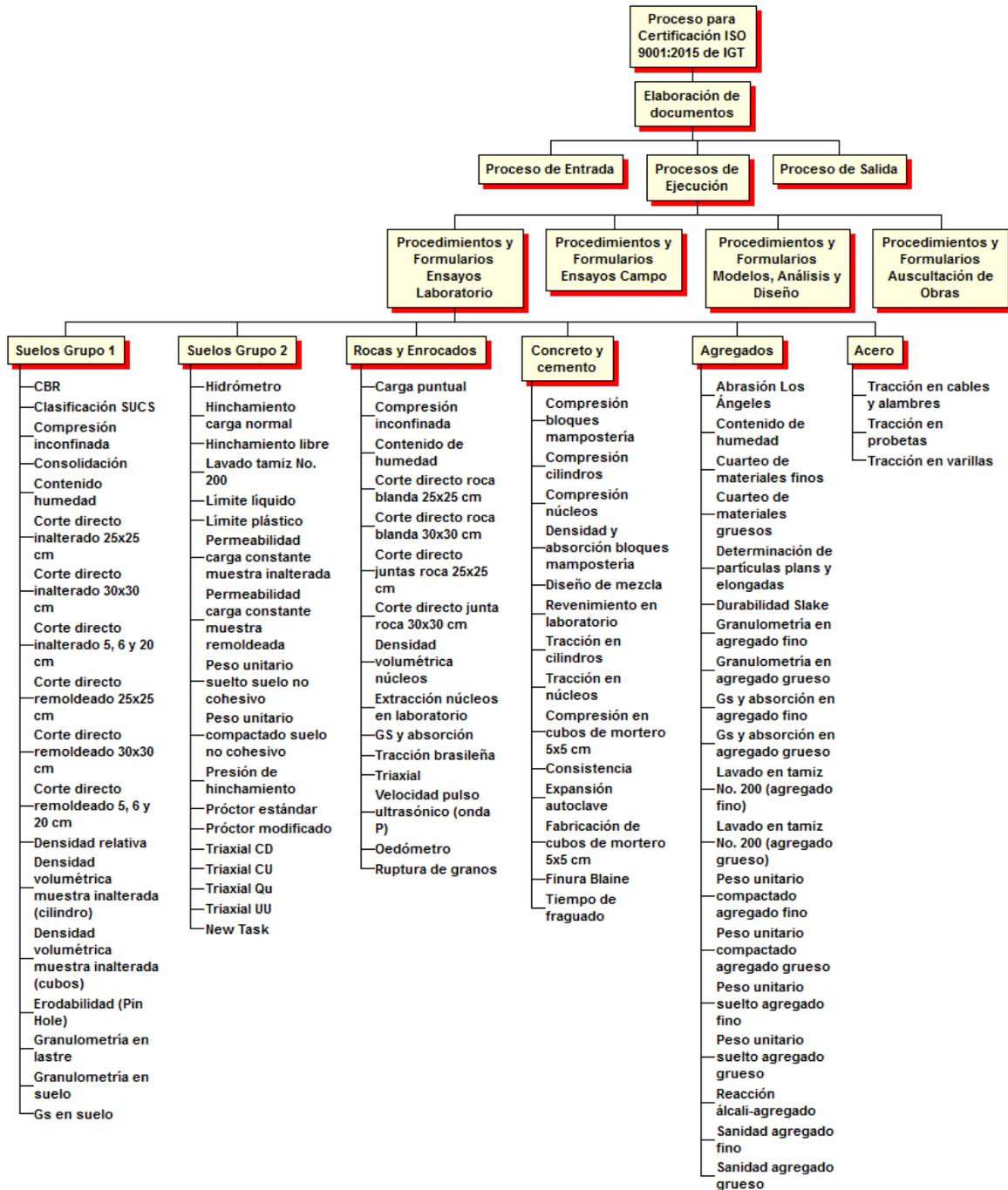
Anexo 4: EDT DEL PROYECTO

Se presenta a continuación la EDT completa del proyecto. Posteriormente, para mayor claridad, se van a detallar los dos procesos principales: elaboración de documentos e implementación de documentos y formularios.



Detalle de Elaboración de documentos

Procedimientos y Formularios Ensayos Laboratorio



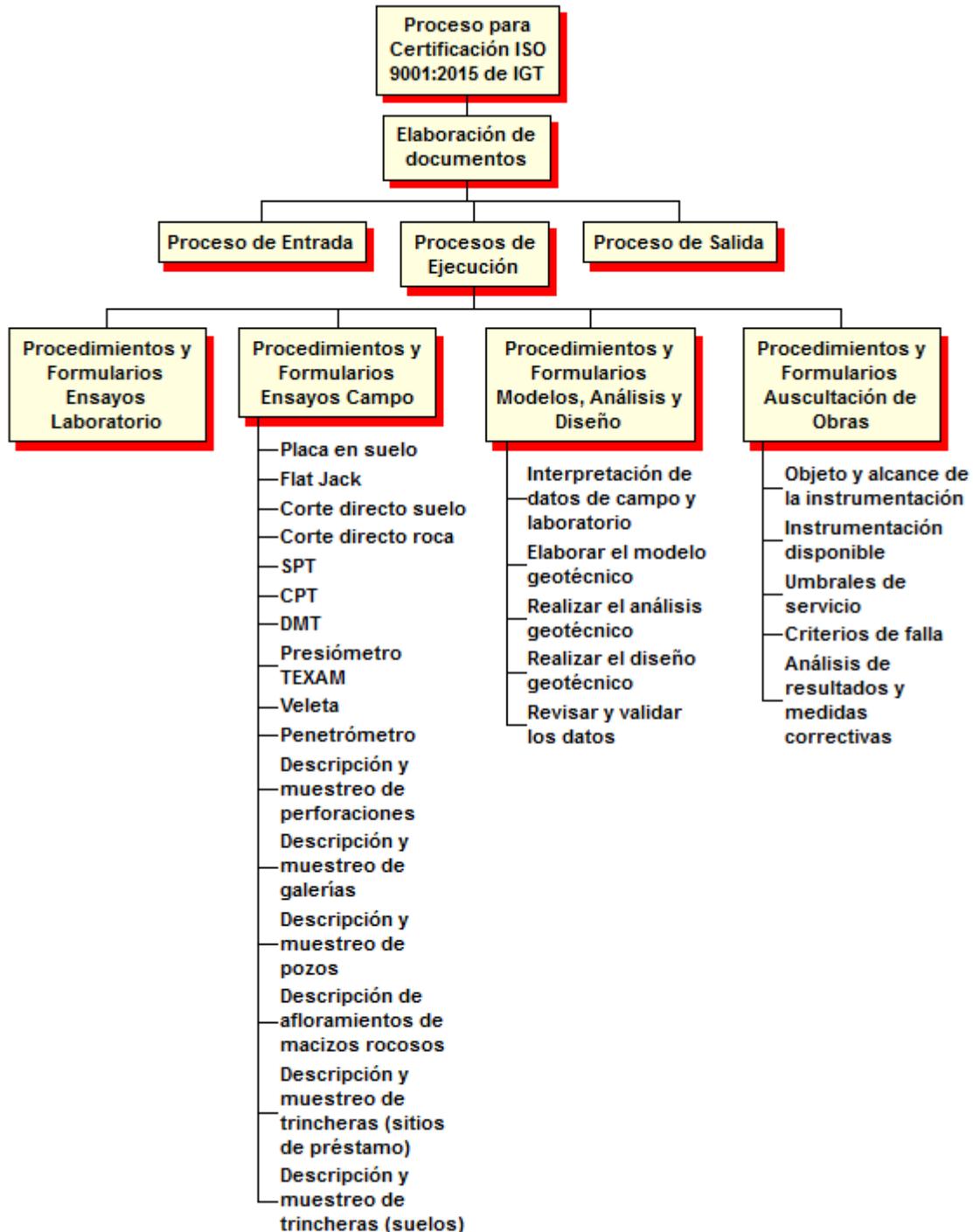
Detalle de

Elaboración de documentos

Procedimientos y Formularios Ensayos Campo

Procedimientos y Formularios Modelos, Análisis y Diseño

Procedimientos y Formularios Auscultación de Obras



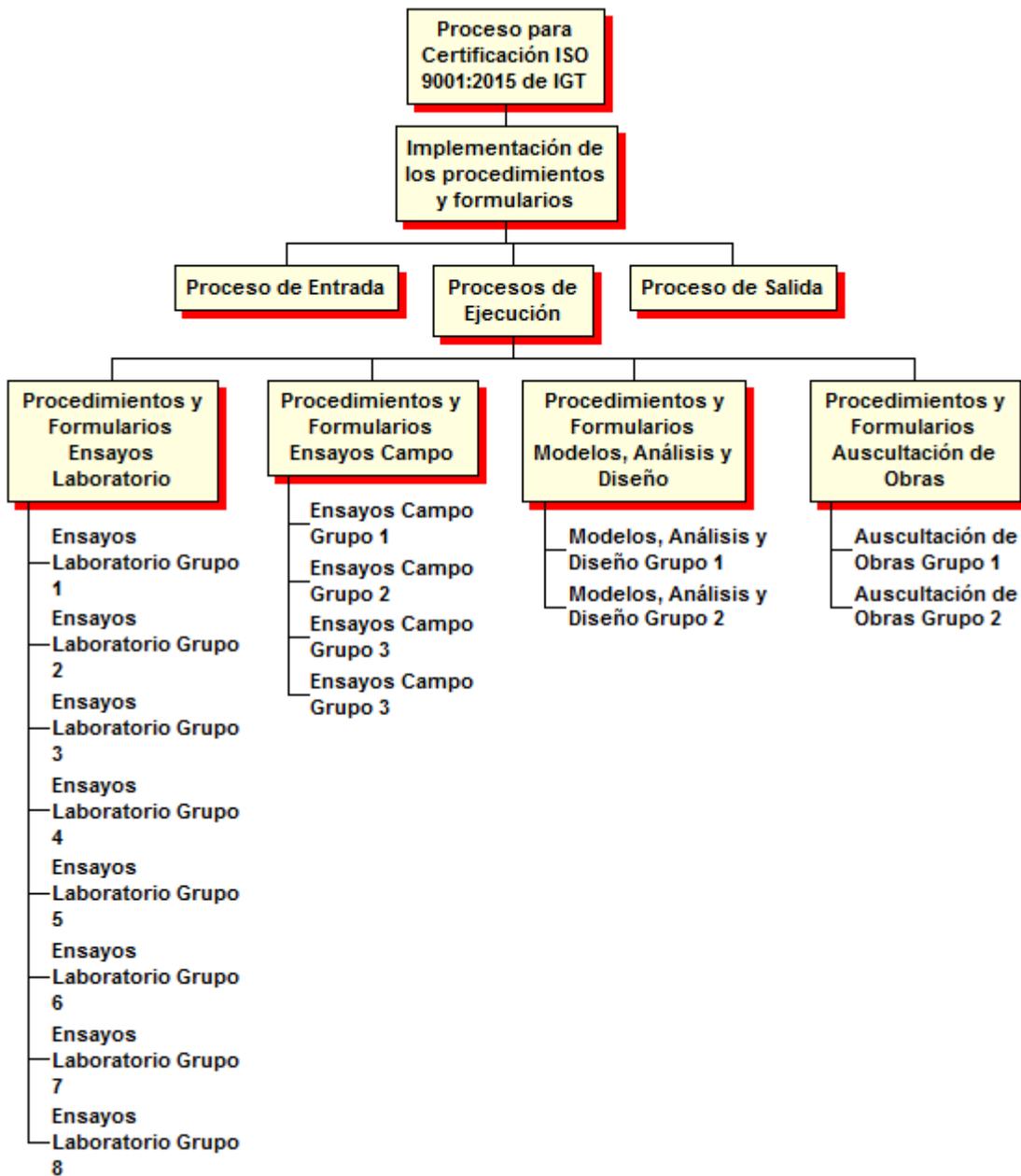
Detalle de Implementación de los procedimientos y formularios

Procedimientos y Formularios Ensayos Laboratorio

Procedimientos y Formularios Ensayos Campo

Procedimientos y Formularios Modelos, Análisis y Diseño

Procedimientos y Formularios Auscultación de Obras



Anexo 5 CRONOGRAMA Y COSTOS DEL PROYECTO

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo
Proceso para Certificación ISO 9001:2015 de IGT	389 días	vie 01/04/16	mié 27/09/17	€106,677,080.00
Elaboración de documentos	387 días	vie 01/04/16	lun 25/09/17	€78,335,800.00
Proceso de Entrada	5 días	vie 01/04/16	jue 07/04/16	€783,600.00
Procedimiento y Formulario registro entrada	5 días	vie 01/04/16	jue 07/04/16	€783,600.00
Procesos de Ejecución	384 días	mié 06/04/16	lun 25/09/17	€75,985,000.00
Procedimientos y Formularios Ensayos Laboratorio	259 días	mié 28/09/16	lun 25/09/17	€46,257,600.00
CBR	5 días	mié 28/09/16	mar 04/10/16	€578,220.00
Comprensión inconfina en suelos	5 días	lun 03/10/16	vie 07/10/16	€578,220.00
Consolidación	5 días	jue 06/10/16	mié 12/10/16	€578,220.00
Corte directo en suelos inalterados (25 x 25) cm	5 días	mar 11/10/16	lun 17/10/16	€578,220.00
Corte directo en suelos inalterados (30 x 30) cm	5 días	vie 14/10/16	jue 20/10/16	€578,220.00
Corte directo en suelos inalterados (5, 6 y 20) cm	5 días	mié 19/10/16	mar 25/10/16	€578,220.00
Corte directo en suelos remoldeados (25 x 25) cm	5 días	lun 24/10/16	vie 28/10/16	€578,220.00
Corte directo en suelos remoldeados (30 x 30) cm	5 días	jue 27/10/16	mié 02/11/16	€578,220.00
Corte directo en suelos remoldeados (5, 6 y 20) cm	5 días	mar 01/11/16	lun 07/11/16	€578,220.00
Densidad relativa (mesa vibratoria)	5 días	vie 04/11/16	jue 10/11/16	€578,220.00
Densidad volumétrica de suelos inalterados (cilindro)	5 días	mié 09/11/16	mar 15/11/16	€578,220.00
Densidad volumétrica de suelos inalterados (cubos)	5 días	lun 14/11/16	vie 18/11/16	€578,220.00
Erodabilidad (Pin Hole)	5 días	jue 17/11/16	mié 23/11/16	€578,220.00
Granulometría en lastre	5 días	mar 22/11/16	lun 28/11/16	€578,220.00
Granulometría en suelo	5 días	vie 25/11/16	jue 01/12/16	€578,220.00
Hinchamiento para condiciones de carga normal	5 días	mié 30/11/16	mar 06/12/16	€578,220.00
Hinchamiento libre	5 días	lun 05/12/16	vie 09/12/16	€578,220.00
Permeabilidad carga constante suelos inalterados	5 días	jue 08/12/16	mié 14/12/16	€578,220.00
Permeabilidad carga constante suelos remoldeados	5 días	mar 13/12/16	lun 19/12/16	€578,220.00
Peso unitario suelto en suelos no cohesivos	5 días	mar 10/01/17	lun 16/01/17	€578,220.00
Peso unitario compactado en suelo no cohesivo	5 días	vie 13/01/17	jue 19/01/17	€578,220.00
Presión de hinchamiento	5 días	mié 18/01/17	mar 24/01/17	€578,220.00
Proctor estandar	5 días	lun 23/01/17	vie 27/01/17	€578,220.00
Proctor modificado	5 días	jue 26/01/17	mié 01/02/17	€578,220.00
Triaxial CD (consolidada y drenada)	5 días	mar 31/01/17	lun 06/02/17	€578,220.00
Triaxial CU (consolidada no drenada)	5 días	vie 03/02/17	jue 09/02/17	€578,220.00
Triaxial QU (no saturada no drenada)	5 días	mié 08/02/17	mar 14/02/17	€578,220.00
Triaxial UU (no consolidada no drenada)	5 días	lun 13/02/17	vie 17/02/17	€578,220.00
Carga puntual	5 días	jue 16/02/17	mié 22/02/17	€578,220.00
Comprensión inconfina en rocas	5 días	mar 21/02/17	lun 27/02/17	€578,220.00

Contenido de humedad en rocas	5 días	vie 24/02/17	jue 02/03/17	€578,220.00
Corte directo en roca blanda (25 x 25) cm	5 días	mié 01/03/17	mar 07/03/17	€578,220.00
Corte directo en roca blanda (30 x 30) cm	5 días	lun 06/03/17	vie 10/03/17	€578,220.00
Corte directo en juntas de roca (25 x 25) cm	5 días	jue 09/03/17	mié 15/03/17	€578,220.00
Corte directo en juntas de roca (30 x 30) cm	5 días	mar 14/03/17	lun 20/03/17	€578,220.00
Densidad volumétrica de núcleos de roca	5 días	vie 17/03/17	jue 23/03/17	€578,220.00
Extracción de núcleos en laboratorio	5 días	mié 22/03/17	mar 28/03/17	€578,220.00
GS y absorción en roca	5 días	lun 27/03/17	vie 31/03/17	€578,220.00
Tracción brasileña	5 días	jue 30/03/17	mié 05/04/17	€578,220.00
Triaxial en roca	5 días	mar 04/04/17	lun 10/04/17	€578,220.00
Velocidad de pulso ultrasónico (onda P)	5 días	vie 07/04/17	jue 13/04/17	€578,220.00
Contenido de humedad en enrocados	5 días	mié 12/04/17	mar 18/04/17	€578,220.00
Oedometro	5 días	lun 17/04/17	vie 21/04/17	€578,220.00
Ruptura de granos	5 días	jue 20/04/17	mié 26/04/17	€578,220.00
Compresión de bloques de mampostería	5 días	mar 25/04/17	lun 01/05/17	€578,220.00
Compresión de cilindros de concreto	5 días	vie 28/04/17	jue 04/05/17	€578,220.00
Compresión de núcleos de concreto	5 días	mié 03/05/17	mar 09/05/17	€578,220.00
Densidad y absorción en bloques de mampostería	5 días	lun 08/05/17	vie 12/05/17	€578,220.00
Diseño de mezclas	5 días	jue 11/05/17	mié 17/05/17	€578,220.00
Revenimiento en laboratorio	5 días	mar 16/05/17	lun 22/05/17	€578,220.00
Tracción en cilindros de concreto	5 días	vie 19/05/17	jue 25/05/17	€578,220.00
Tracción en núcleos de concreto	5 días	mié 24/05/17	mar 30/05/17	€578,220.00
Compresión de cubos de mortero (5 x 5) cm	5 días	lun 29/05/17	vie 02/06/17	€578,220.00
Consistencia	5 días	jue 01/06/17	mié 07/06/17	€578,220.00
Expansión autoclave	5 días	mar 06/06/17	lun 12/06/17	€578,220.00
Fabricación de cubos de mortero (5 x 5) cm	5 días	vie 09/06/17	jue 15/06/17	€578,220.00
Finura Blaine	5 días	mié 14/06/17	mar 20/06/17	€578,220.00
Tiempo de fraguado de cementos	5 días	lun 19/06/17	vie 23/06/17	€578,220.00
Abrasión de agregados (Los Ángeles)	5 días	jue 22/06/17	mié 28/06/17	€578,220.00
Contenido de humedad en agregados	5 días	mar 27/06/17	lun 03/07/17	€578,220.00
Cuarteo de materiales finos	5 días	vie 30/06/17	jue 06/07/17	€578,220.00
Cuarteo de materiales gruesos	5 días	mié 05/07/17	mar 11/07/17	€578,220.00
Determinación de partículas planas y elongadas	5 días	lun 10/07/17	vie 14/07/17	€578,220.00
Durabilidad Slake	5 días	jue 13/07/17	mié 19/07/17	€578,220.00
Granulometría en agregado fino	5 días	mar 18/07/17	lun 24/07/17	€578,220.00
Granulometría en agregado grueso	5 días	vie 21/07/17	jue 27/07/17	€578,220.00
GS y absorción en agregado fino	5 días	mié 26/07/17	mar 01/08/17	€578,220.00

GS y absorción en agregado grueso	5 días	lun 31/07/17	vie 04/08/17	€578,220.00
Lavado en tamiz No. 200 (agregado fino)	5 días	jue 03/08/17	mié 09/08/17	€578,220.00
Lavado en tamiz No. 200 (agregado grueso)	5 días	mar 08/08/17	lun 14/08/17	€578,220.00
Peso unitario compactado en agregado fino	5 días	vie 11/08/17	jue 17/08/17	€578,220.00
Peso unitario compactado en agregado grueso	5 días	mié 16/08/17	mar 22/08/17	€578,220.00
Peso unitario suelto en agregado fino	5 días	lun 21/08/17	vie 25/08/17	€578,220.00
Peso unitario suelto en agregado grueso	5 días	jue 24/08/17	mié 30/08/17	€578,220.00
Reacción álcali-agregado (solo preparación de muestras)	5 días	mar 29/08/17	lun 04/09/17	€578,220.00
Sanidad de agregado fino (sulfato de sodio)	5 días	vie 01/09/17	jue 07/09/17	€578,220.00
Sanidad de agregado grueso (sulfato de sodio)	5 días	mié 06/09/17	mar 12/09/17	€578,220.00
Tracción en cables y/o alambres de acero	5 días	lun 11/09/17	vie 15/09/17	€578,220.00
Tracción en probetas de acero	5 días	jue 14/09/17	mié 20/09/17	€578,220.00
Tracción en varillas de acero	5 días	mar 19/09/17	lun 25/09/17	€578,220.00
Procedimientos y Formularios Ensayos Campo	50 días	mié 06/04/16	mar 14/06/16	€9,832,000.00
Placa en suelo	5 días	mié 06/04/16	mar 12/04/16	€614,500.00
Flat Jack	5 días	lun 11/04/16	vie 15/04/16	€614,500.00
Corte directo suelo	5 días	jue 14/04/16	mié 20/04/16	€614,500.00
Corte directo roca	5 días	mar 19/04/16	lun 25/04/16	€614,500.00
SPT	5 días	vie 22/04/16	jue 28/04/16	€614,500.00
CPT	5 días	mié 27/04/16	mar 03/05/16	€614,500.00
DMT	5 días	lun 02/05/16	vie 06/05/16	€614,500.00
Presiómetro TEXAM	5 días	jue 05/05/16	mié 11/05/16	€614,500.00
Veleta	5 días	mar 10/05/16	lun 16/05/16	€614,500.00
Penetrómetro	5 días	vie 13/05/16	jue 19/05/16	€614,500.00
Descripción y muestreo de perforaciones	5 días	mié 18/05/16	mar 24/05/16	€614,500.00
Descripción y muestreo de galerías	5 días	lun 23/05/16	vie 27/05/16	€614,500.00
Descripción y muestreo de pozos	5 días	jue 26/05/16	mié 01/06/16	€614,500.00
Descripción de afloramientos de macizos rocosos	5 días	mar 31/05/16	lun 06/06/16	€614,500.00
Descripción y muestreo de trincheras (sitios de préstamo)	5 días	vie 03/06/16	jue 09/06/16	€614,500.00
Descripción y muestreo de trincheras (suelos)	5 días	mié 08/06/16	mar 14/06/16	€614,500.00
Procedimientos y Formularios Modelos, Análisis y Diseño	37 días	lun 13/06/16	mar 02/08/16	€9,229,400.00
Interpretación de datos de campo y laboratorio	10 días	lun 13/06/16	vie 24/06/16	€1,763,200.00
Elaborar el modelo geotécnico	10 días	jue 23/06/16	mié 06/07/16	€2,133,200.00
Realizar el análisis geotécnico	10 días	mar 05/07/16	lun 18/07/16	€2,133,200.00
Realizar el diseño geotécnico	10 días	vie 15/07/16	jue 28/07/16	€2,133,200.00
Revisar y validar los datos	5 días	mié 27/07/16	mar 02/08/16	€1,066,600.00
Procedimientos y Formularios Auscultación de Obras	42 días	lun 01/08/16	mar 27/09/16	€10,666,000.00

Objeto y alcance de la instrumentación	10 días	lun 01/08/16	vie 12/08/16	€2,133,200.00
Instrumentación disponible	10 días	jue 11/08/16	mié 24/08/16	€2,133,200.00
Umbral de servicio	10 días	mar 23/08/16	lun 05/09/16	€2,133,200.00
Criterios de falla	10 días	vie 02/09/16	jue 15/09/16	€2,133,200.00
Análisis de resultados y medidas correctivas	10 días	mié 14/09/16	mar 27/09/16	€2,133,200.00
Proceso de Salida	10 días	mié 28/09/16	mar 11/10/16	€1,567,200.00
Procedimiento y Formulario registro salida	5 días	mié 28/09/16	mar 04/10/16	€783,600.00
Procedimiento y Formulario satisfacción cliente	5 días	mié 05/10/16	mar 11/10/16	€783,600.00
Implementación de los procedimientos y formularios	384 días	vie 08/04/16	mié 27/09/17	€28,341,280.00
Proceso de Entrada	1 día	vie 08/04/16	vie 08/04/16	€607,200.00
Procedimiento y Formulario registro entrada	1 día	vie 08/04/16	vie 08/04/16	€607,200.00
Procesos de Ejecución	360 días	jue 12/05/16	mié 27/09/17	€26,519,680.00
Procedimientos y Formularios Ensayos Laboratorio	182 días	mar 17/01/17	mié 27/09/17	€7,630,080.00
Ensayos Laboratorio Grupo 1	2 días	jue 27/04/17	vie 28/04/17	€953,760.00
Ensayos Laboratorio Grupo 2	2 días	mar 17/01/17	mié 18/01/17	€953,760.00
Ensayos Laboratorio Grupo 3	2 días	mar 28/02/17	mié 01/03/17	€953,760.00
Ensayos Laboratorio Grupo 4	2 días	mar 11/04/17	mié 12/04/17	€953,760.00
Ensayos Laboratorio Grupo 5	2 días	mar 23/05/17	mié 24/05/17	€953,760.00
Ensayos Laboratorio Grupo 6	2 días	mar 04/07/17	mié 05/07/17	€953,760.00
Ensayos Laboratorio Grupo 7	2 días	mar 15/08/17	mié 16/08/17	€953,760.00
Ensayos Laboratorio Grupo 8	2 días	mar 26/09/17	mié 27/09/17	€953,760.00
Procedimientos y Formularios Ensayos Campo	26 días	jue 12/05/16	jue 16/06/16	€4,976,000.00
Ensayos Campo Grupo 1	2 días	mié 15/06/16	jue 16/06/16	€1,244,000.00
Ensayos Campo Grupo 2	2 días	jue 12/05/16	vie 13/05/16	€1,244,000.00
Ensayos Campo Grupo 3	2 días	jue 02/06/16	vie 03/06/16	€1,244,000.00
Ensayos Campo Grupo 3	2 días	mié 15/06/16	jue 16/06/16	€1,244,000.00
Procedimientos y Formularios Modelos, Análisis y Diseño	2 días	mié 03/08/16	jue 04/08/16	€6,956,800.00
Modelos, Análisis y Diseño Grupo 1	2 días	mié 03/08/16	jue 04/08/16	€3,478,400.00
Modelos, Análisis y Diseño Grupo 2	2 días	mié 03/08/16	jue 04/08/16	€3,478,400.00
Procedimientos y Formularios Auscultación de Obras	2 días	mié 28/09/16	jue 29/09/16	€6,956,800.00
Auscultación de Obras Grupo 1	2 días	mié 28/09/16	jue 29/09/16	€3,478,400.00
Auscultación de Obras Grupo 2	2 días	mié 28/09/16	jue 29/09/16	€3,478,400.00
Proceso de Salida	1 día	mié 12/10/16	mié 12/10/16	€1,214,400.00
Procedimiento y Formulario registro salida	1 día	mié 12/10/16	mié 12/10/16	€607,200.00
Procedimiento y Formulario satisfacción cliente	1 día	mié 12/10/16	mié 12/10/16	€607,200.00