



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y DEFINICIÓN
DE PROCESOS DEL CENTRO SISMOLÓGICO NACIONAL**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
INDUSTRIAL**

RODRIGO AMENÁBAR MORENO

PROFESOR GUÍA:
CLAUDIO ORSINI GUIDUGLI

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
JAIME ALEE GIL
SERGIO BARRIENTOS PARRA

SANTIAGO DE CHILE
SEPTIEMBRE 2013

RESUMEN DE LA MEMORIA
PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
Ingeniero Civil Industrial
POR: Rodrigo Amenábar Moreno
FECHA: 12/09/2013
PROFESOR GUÍA: Claudio Orsini

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y DEFINICIÓN DE PROCESOS DEL CENTRO SISMOLÓGICO NACIONAL

La realidad sísmica de Chile obliga a las autoridades a contar con un plan de alerta y emergencia en caso de terremotos y tsunamis. El revuelo que provocó el terremoto del 27/F y las cientos de vidas que dejó llevaron al Gobierno a repensar las cosas y pactar un plan de mejoramiento con el Servicio Sismológico Nacional de la Universidad de Chile (SSN) con el fin de contar con una mirada técnica y científica que promueva el buen funcionamiento del plan de alarma nacional en estos casos. De esta manera nace el Centro Sismológico Nacional (CSN).

El año 2013 comienza a operar el nuevo CSN con la misión de ser una entidad clave en la alerta sísmica nacional, que entregue oportunamente y con exactitud los parámetros sísmicos a las entidades nacionales de emergencia. Esto implica una definición estratégica, que se traduzca en su estructura organizacional y en la rigurosidad de sus procesos. Bajo este contexto se desarrolla una memoria que imprime una propuesta a las bases del nuevo Centro para profesionalizarse, estandarizar y mejorar sus procesos. Capturando lo mejor del antiguo SSN y mediante un análisis de los servicios sismológicos de calidad mundial se genera una propuesta que imprime eficacia en la operatividad y estructura del Centro.

Mediante una metodología analítica y de diseño se elaboran las bases del CSN, permitiendo identificar las tareas que debe desarrollar, los procesos críticos y la estructura que posibilita su cumplimiento. El trabajo incluye una definición de las áreas del Centro, los cargos y sus especificaciones. Abarca toda la cadena operativa desde recepción de señales sísmicas por parte de las estaciones sismológicas de su red, hasta el procesamiento de los datos, análisis y posterior comunicación con los organismos de emergencia, tanto ONEMI como SHOA, definiendo protocolos y procedimientos que aseguren la robustez del sistema.

Se realiza un diagnóstico y propuesta desde la Ingeniería Civil Industrial, que aporta herramientas de estructura y gestión. También se considera la visión de directivos y técnicos del CSN de manera que todos los puntos de vista alimenten el trabajo, permitiendo generar una base sólida para el funcionamiento del Centro.

Los principales resultados del diseño contemplan la formalización de procesos y una estructura organizacional con nuevas áreas pensando en una visión estratégica. El análisis presupuestario permite desarrollar un plan de implementación satisfactorio, acorde con la realidad de este organismo, identificando los requerimientos mínimos para la operación. Se estima que dentro de 4 años es posible operar con el diseño propuesto y así cumplir con su rol de alerta.

Agradecimientos

Hoy como siempre, doy gracias a la vida
por mi familia, amigos y amigas
En especial a mis papás y hermanas
y a Dios que permitió que llegara este día

También a mis profes y amigos del Centro
quienes se han ganado el derecho
por todo su apoyo y energía
de llevar aquí sus nombres impresos

Orgullosos se ven mirando de arriba
mientras les dedico trabajo y poesía
Y con mucha alegría les digo sonriente
Su nieto terminó la Ingeniería

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
3. OBJETIVOS	4
3.1. OBJETIVO GENERAL	4
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
4. METODOLOGÍA	5
5. MARCO CONCEPTUAL	7
6. ALCANCES	9
7. SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL	10
7.1. DEFINICIÓN ESTRATÉGICA	10
7.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	10
7.3. ESTRUCTURA FINANCIERA	15
8. ANÁLISIS DE SERVICIOS SISMOLÓGICOS DE CALIDAD MUNDIAL	17
8.1. SED (SERVICIO SISMOLÓGICO SUIZO)	17
8.2. NEIC (NATIONAL EARTHQUAKE INFORMATION CENTER)	19
8.3. CERl (CENTER FOR EARTHQUAKE RESEARCH AND INFORMATION)	21
9. ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL CSN	23
9.1. MISIÓN DEL CSN	24
9.2. VISIÓN DEL CSN	24
9.3. OBJETIVOS	24
10. REDISEÑO ORGANIZACIONAL	25
10.1. ESTRUCTURA	25
10.1.1. TAREAS	25
10.1.2. UNIDADES ORGANIZACIONALES	26
10.1.3. ESTRUCTURA	28
10.2. DEFINICIÓN DE PROCESOS	29
10.2.1. PROCESOS CRÍTICOS	30
10.2.1.1. Proceso de Análisis Sísmico y Publicación	30
10.2.1.2. Proceso de Instalación de Estación Sismológica	34
10.2.1.3. Proceso de Visita a Estación Sismológica	35
10.2.1.4. Proceso de Monitoreo de Estaciones	38
10.2.1.5. Proceso de Gestión de Permisos	40
10.2.1.6. Proceso de Adquisición y Licitación	43
10.2.1.7. Proceso de Planificación de Visita a las Estaciones Sismológicas	45
10.2.2. PROCESOS NO CRÍTICOS.	47

10.2.2.1. Proceso de Soporte de Servidores	48
10.2.2.2. Proceso de Soporte de Base de Datos	48
10.2.2.3. Desarrollo y Soporte de Programas de Procesamiento de Data Sísmica	49
10.2.2.4. Desarrollo de Programas de Comunicación Interna	49
10.2.2.5. Desarrollo de Sitio Web	49
10.2.2.6. Proceso de Bodegaje	49
10.2.2.7. Contabilidad y Finanzas	50
10.2.2.8. Servicios y Gastos de Oficina	50
10.2.2.9. Contrataciones	50
10.2.2.10. Gestión Estratégica	51
10.2.2.11. Coordinación de las Áreas	51
10.2.2.12. Elaboración de Presupuesto	51
10.2.2.13. Decisiones Estratégicas y Tácticas	52
10.2.2.14. Relaciones con Entidades de Alerta, Entidades Gubernamentales y Prensa	52
10.2.2.15. Coordinación Pedagógica	52
10.2.2.16. Relaciones con Instituciones Investigativas Externas	53
10.2.2.17. Desarrollo Investigativo en Peligro Sísmico y Evaluación de Riesgo	53
10.2.2.18. Desarrollo de Mapas Sísmicos para el Sitio Web	53
10.3. DISEÑO DE CARGOS	54
10.3.1. ANÁLISIS	54
10.3.1.1. Coordinador de Análisis	55
10.3.1.2. Jefe de Turno	55
10.3.1.3. Analista	56
10.3.1.4. Sismólogo Analista	57
10.3.2. ELECTRÓNICA	57
10.3.2.1. Coordinador de Electrónica	58
10.3.2.2. Técnico Electrónico	58
10.3.2.3. Técnico de Monitoreo	59
10.3.3. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN	60
10.3.3.1. Coordinador de TI	60
10.3.3.2. Ingeniero de Software	61
10.3.3.3. Ingeniero en Base de Datos	61
10.3.4. ADMINISTRACIÓN	62
10.3.4.1. Jefe Administrativo	62
10.3.4.2. Secretario	63
10.3.4.3. Contador	63
10.3.4.4. Encargado de Bodega	63
10.3.4.5. Abogado	64
10.3.5. DIRECCIÓN	65
10.3.5.1. Director	65
10.3.5.2. Subdirector	66
10.3.5.3. Director de Operaciones	66
10.3.6. INVESTIGACIÓN	67
10.3.6.1. Jefe de Investigación	67
10.3.6.2. Investigador	67
10.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	68
11. REQUERIMIENTOS CRÍTICOS	70
12. PROPUESTA PRESUPUESTARIA DEL REDISEÑO	74

12.1. EVALUACIÓN PRESUPUESTARIA DEL REDISEÑO	74
12.2. ANÁLISIS PRESUPUESTARIO COMPARATIVO	77
13. CONCLUSIONES	80
14. BIBLIOGRAFÍA	82

1. Introducción

Chile es un país sísmico por naturaleza, probablemente el más sísmico del planeta. Como dato, “solo en Chile se produjo el 46,5% de la energía sísmica liberada en el planeta en el siglo XX” [1] y poseemos el terremoto más grande registrado en la historia, el de Valdivia el año 1960 de magnitud 9,5.

El Servicio Sismológico Nacional (SSN), existente desde 1908, es el único servicio sismológico del país y posee más de 100 estaciones sismológicas (número en constante actualización) distribuidas a lo largo del país. Perteneció a la Universidad de Chile, bajo el alero de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) y en particular del Departamento de Geofísica (DGF). La red sismológica que posee permite captar movimientos sísmicos y determinar las magnitudes físicas asociadas a ellos (hipocentro, magnitud, aceleración, tiempos, etc.). La principal función del SSN es hacer un análisis de estos datos con fines investigativos y docentes.

Desde el año 2010 el Servicio cuenta con analistas que trabajan por turnos las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Todo esto por petición y financiamiento de la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI), que es la encargada de proceder y planear en casos de emergencia nacional incluyendo terremotos y tsunamis. A cambio, el SSN debe proveer a la ONEMI y al SHOA (organismo encargado de la alerta de tsunamis) información sobre magnitud e hipocentro de los sismos ocurridos en el país, siempre y cuando sean procesados por la red subyacente.

El financiamiento del Servicio corre por parte del Ministerio de Educación (MINEDUC) y reporta un monto que alcanza para pagar los sueldos del personal y en menor medida para mantener y desarrollar tecnología, que actualmente significa dedicación exclusiva a la red sismológica. Incluso, el DGF ha recurrido a convenios internacionales con instituciones con fines académicos y también de monitoreo sísmico para poder ampliar su red. En palabras del Director del SSN, Sergio Barrientos, el caso chileno es preocupante, “en un país que debería estar a la vanguardia en el tema, debido a la gran concentración de sismos, el Servicio Sismológico debería contar con al menos 10 veces el presupuesto actual para estar a la altura de las circunstancias a las que está expuesto el país” [2]. En resumen, se tiene una red sismológica que no da abasto para marcar tendencia en esta materia, sabiendo lo relevante que es para el país, y peor aún, que no es útil en situaciones de alarma sísmica, ya sea terremotos o tsunamis. Para el terremoto del 27 de febrero de 2010, el sistema se cayó, y era de esperarse. La ocurrencia de este terremoto significó la pérdida de cientos de vidas y un costo aproximado de US\$ 30 mil millones, equivalentes al 12% del PIB de Chile.

En pro de cambiar esta situación de inoperancia, el Gobierno actual se contactó con un miembro de la USGS (Servicio Geológico de EE.UU), el geofísico Gavin

Hayes, para asesorarse sobre qué debería hacer el país para contar con la información técnica en casos de emergencia sísmica. El Dr. Hayes les sugirió en pocas palabras hacer todo lo que el SSN exigiera para robustecerse, por temas de experiencia, conocimiento, infraestructura y economías de escala. Incluso el Gobierno consultó por los servicios de USGS para estos fines pero al enterarse de lo que podría costarles, prefirieron hacer caso a su sugerencia.

Luego de varios años de negociación del SSN con el Ministerio del Interior y ONEMI, se ha logrado aprobar este año 2013 el “Convenio de Colaboración entre la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública y la Universidad de Chile”[3]. Este plan contempla un presupuesto de 3.800 millones de pesos anuales, que permitirán incorporar robustez a la red actual y mejoramiento en la capacidad de respuesta (exactitud y velocidad) pensando en situaciones de crisis sísmica, enmarcado en un convenio renovable dentro de un año. Esto significará un completo vuelco de la misión del SSN, que tiene un diseño y vocación investigativa, y pasaría a ser una entidad clave en el sistema de alerta sísmica nacional. El vuelco que experimentará traerá consigo un cambio de nombre, dándole nacimiento al Centro Sismológico Nacional (CSN). Paralelamente a la negociación existió un plan de construcción de obra gruesa de nuevas estaciones sismológicas por parte del MINVU (en zonas urbanas) y la ONEMI (de difícil acceso), que ahora ha quedado bajo la responsabilidad del nuevo CSN en lo que prosigue a la instalación y mantenimiento de las estaciones, todo esto bajo el alero del mismo convenio mencionado.

2. Descripción del Proyecto

El SSN a partir del año 2013 cambiará su misión de entidad investigativa a ser una entidad clave en el desarrollo del sistema de alarma nacional de terremotos y tsunamis. Esto significará un aporte sustantivo en su presupuesto (actualmente cercano a los \$270 millones anuales) de \$3.800 millones aportados desde el Ministerio del Interior, además de un aumento de 21 a alrededor de 40 personas en su personal.

Se pretende bajo este plan incorporarle robustez y operatividad al sistema en su totalidad, desde los aspectos de adquisición y registro de señales sísmicas, hasta los de transmisión robusta, recepción, análisis y procesos para asegurar una adecuada y oportuna operatividad en la determinación de parámetros focales básicos de eventos sísmicos que generen alarma pública.

El trabajo de memoria consiste en realizar un diseño de la estructura organizacional y de los procesos del nuevo Centro Sismológico Nacional de tal forma que tenga las bases para cumplir satisfactoriamente con su nueva misión. Esto incluye una redefinición de los lineamientos estratégicos y de la estructura misma del Centro. Se contempla un rediseño de las áreas, incluso la incorporación de nuevas, así como también de los cargos y funciones del personal, tanto nuevo como antiguo, de tal manera que el CSN pueda cumplir a cabalidad sus funciones y que se mueva en la dirección de los estándares internacionales que mantienen estas entidades en países líderes como Japón y Estados Unidos.

A su vez se rediseñan y definen nuevos procesos internos que aseguren que el sistema de alerta temprana funcione con exactitud y prontitud para cualquier sismo que pudiese representar una amenaza a la vida de las personas del país y el orden público. La idea es definir los procesos claves, procedimientos y protocolos de manera que si por ejemplo llega una nueva persona a trabajar al Centro se encuentre con cómo se deben ejecutar las tareas y cómo funcionan en su conjunto; darle profesionalismo a la estructura del CSN bajo normas de calidad internacional.

El robustecimiento implicará adquisiciones, mantenciones, planes de visita a las estaciones, licitaciones, etc. es por esto que también se desarrolla un plan para las nuevas inversiones, destacando la relevancia de las actividades y adquisiciones claves, en función del tiempo y los costos involucrados.

Esta es considerada por los directivos del CSN como la última oportunidad para sacar adelante el Servicio y ponerlo a la altura que debería tener. Es por eso que existe un gran compromiso por parte de ellos para con el desarrollo de esta memoria y el aporte de una visión desde la Ingeniería Civil Industrial, contando con total apoyo del personal e información necesaria. Esto lo transforma en una propuesta de alto impacto y viabilidad.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Diseñar la estructura del Centro Sismológico Nacional de manera que cumpla satisfactoriamente su rol ante situaciones de alarma nacional ante eventos sísmicos.

3.2. Objetivos específicos

- Diseño de la estructura organizacional.
 - Determinación de elementos estratégicos.
 - Definición de cargos, funciones y deberes.
 - Rediseño e incorporación de nuevas áreas relevantes para un servicio sismológico de estatus mundial.

- Diseño interno de los procesos.
 - Rediseño de procesos.
 - Instalación y mantención de estaciones sismológicas.
 - Mantención y mejoramiento del sistema de comunicaciones.
 - Análisis de datos sismológicos.
 - Comunicación con organismos de emergencia.
 - Diseño de procedimientos y protocolos.
 - Plan de implementación de los requerimientos.
 - Análisis económico del rediseño.

4. Metodología

Para lograr los objetivos propuestos en la memoria se procede en primer lugar a realizar un levantamiento de la situación actual del SSN para lograr la ambientación pertinente al funcionamiento de un centro sismológico. A pesar de que muchas cosas relativas al funcionamiento del Servicio pre-Convenio no sirven de marco para el desarrollo a futuro por ser una entidad con una misión completamente diferente, son un aporte para hacerse el mapa de lo que se está abordando y lo que se pretende cambiar. Luego se procede a realizar un estudio y análisis en detalle del nuevo plan pactado en conjunto con la ONEMI a través del Ministerio del Interior, identificando todos los contrastes con la situación actual y relevancia en el rediseño, pero por sobre todo tomar los objetivos que darán vida al nuevo Centro Sismológico Nacional.

Una segunda etapa contempla el estudio y análisis de servicios sismológicos operativos de calidad mundial, de manera que su estructura y operaciones sean una guía para la remodelación del SSN. En paralelo se estudian normas internacionales de calidad relevantes para los procesos del Centro, que aportan en la procedimentación y en darle forma a los nuevos protocolos que se diseñan.

Concluida la parte de estudio se realiza un análisis estratégico del Centro, que permite elaborar un nuevo plan estratégico definiendo visión, misión, y objetivos del CSN. Esto servirá para trazar las nuevas directrices de lo que se quiere. Seguido de esto, se diseña la estructura organizacional del Centro.

El rediseño comienza al identificar las tareas claves que debe tener un centro de esta magnitud para posteriormente agruparlas en áreas funcionales, por eso todo el estudio anterior. Luego se realiza una definición de los procesos, desde la recepción de señales y todo lo involucrado con la instalación, revisión y mantención de estaciones sismológicas hasta la posterior comunicación de los parámetros focales a los organismos de emergencia. Para esto se trabaja en conjunto con todo el personal, haciendo un análisis exhaustivo de los procesos, proponiendo mejoras para aquellos antiguos y definiendo completamente los nuevos. Se procedimentan las actividades relativas al proceso y se establecen los protocolos de interacción con ONEMI y SHOA.

Una vez definidos los procesos, es posible saber el personal necesario para ejecutarlos eficazmente, entonces se redefinen los cargos con sus especificaciones, responsabilidades, requerimientos y competencias. Esto permite definir las áreas con su estructura formal, responsabilidades, dependencias jerárquicas y líneas de comunicación. Lo anterior se trabaja a la par mientras se identifican las actividades claves y procesos críticos para que el sistema se mantenga en marcha todo el tiempo.

Finalmente se realiza un plan de implementación del diseño y proyecto de mejoramiento tanto de los procesos como de la adquisición de nuevos activos.

Existen requerimientos fundamentales para asegurar la operatividad y que deben ser considerados al momento de un rediseño, y este plan considerará la importancia y relevancia de las tareas con tal de asignarle prioridad a aquellos puntos clave en el nuevo funcionamiento. Se concluye con un análisis económico y temporal que permita una satisfactoria implementación.

5. Marco Conceptual

Lo primero es tener claro el tipo de entidad en que se está trabajando y los procesos que están involucrados. Es necesario tener ciertos conocimientos básicos de sismología y de cómo funciona una estación sismológica.

Los sismos, terremotos o temblores, ocurren debido a la activación de fallas al interior de la corteza terrestre debido a los constantes movimientos de las placas tectónicas. Esto produce ondas sísmicas que viajan hasta la superficie, sacudiéndola y pudiendo provocar graves daños estructurales o incluso provocar tsunamis que pueden acabar con miles de vidas como ocurrió el 2011 en Japón.

Las estaciones sismológicas están dotadas de instrumentos que son capaces de captar esas ondas sísmicas y registrarlas. Posteriormente comunican esa señal al lugar donde se realiza el análisis de esos datos, puede ser vía satélite, antena o Internet. De este análisis se desprenden las magnitudes físicas involucradas, mediante programas computacionales y análisis de los expertos. Así es como se obtienen los parámetros focales básicos, magnitud (energía liberada por el sismo) e hipocentro (ubicación de la falla principal asociada).

Las estaciones sismológicas poseen instrumentos muy sensibles que necesitan de un constante monitoreo y calibración. Como los sismos no ocurren necesariamente en lugares poblados, es necesario tener estaciones en la mayor cantidad de lugares para obtener medidas más exactas, esto implica que se instalen estaciones en lugares de muy difícil acceso, donde no hay rutas e incluso bajo condiciones climáticas muy adversas. Esto no solo dificulta la recepción de señales sino que también la comunicación de estos datos. Por eso es importante estar al tanto de la vanguardia y de lo último en tecnología tal como los servicios top en el mundo.

Para desarrollar el análisis estratégico se utiliza un modelo de planificación estratégica que permita tener una declaración única y conocida por todos en el nuevo Centro Sismológico Nacional, que incluya una visión, una misión, y objetivos estratégicos.

Una vez que se establece el marco estratégico se trabaja con el Rediseño Organizacional [4] que permite desarrollar una nueva arquitectura organizacional, que promueva la visión deseada y el trabajo en equipo basado en roles más completos y flexibles. Las etapas de las que consta son en primer lugar dividir el trabajo, agrupar las tareas y funciones en unidades organizacionales; diseñar los procesos, tareas, funciones y procedimientos de la organización; diseñar los diferentes cargos y especificaciones de los requerimientos; y definir las dependencias jerárquicas de las diferentes unidades, definir las estructuras de las relaciones funcionales, y rediseñar las líneas de comunicación.

El rediseño de los procesos se realiza bajo el marco del BPM (Business Process Management) [5],[6],[7] permitiendo mejorar el desempeño (eficacia y eficiencia) de la organización. Su metodología parte con un foco en la estrategia y organización, luego un estudio exhaustivo de los procesos, que posteriormente dará pie al rediseño en sí en un modelo iterativo que pase por la aprobación y entendimiento de todos los involucrados. Luego pasa por una fase de simulación y prueba, y finalmente una fase de operación y control, que por motivos de tiempo no se abarcarán en este trabajo, por esto se vuelve importante un rediseño que cuente con una estandarización de los procesos. Para el modelamiento se utilizan herramientas computacionales, en particular el software Bonita y el lenguaje BPMN.

Para realizar la formulación de cargos se trabaja según un marco que permite establecerlos mediante un esquema descriptivo que tiene en cuenta la división del trabajo y especialización de funciones [8]. Esto se realiza definiendo objetivos, funciones (tareas y responsabilidades), requisitos (competencias necesarias) y algún otro tipo de especificación relevante.

6. Alcances

El rediseño de los procesos que abarca este trabajo de memoria se ciñe a aquellos procesos relevantes en la cadena operativa de alerta de sismos y tsunamis, y el aseguramiento de su total funcionalidad. Esto quiere decir que no abarca rediseño de procesos en los siguientes temas: recursos humanos, tales como políticas salariales o de contratación de personal; procesos computacionales complejos o de desarrollo de software y sitios web; y temas relativos a las relaciones internacionales y convenios con institutos, a menos que sean relevantes para el objetivo último. Todo lo anterior sí se considera para el plan de implementación del proyecto con ONEMI, en términos de requerimientos, pero no en términos de un rediseño de procesos exhaustivo. Se establecerán los procedimientos que la cadena de valor integre.

Excepcionalmente se incluyen procesos que a pesar de que no formen parte de la cadena operativa fundamental, resultan cruciales para su buen funcionamiento teniendo en cuenta que el nuevo Centro Sismológico administrará un presupuesto diez veces mayor al anterior. Esto implica especificar procesos de administración de las finanzas, adquisición de equipos y licitaciones (fundamental en la operatividad comunicacional de las estaciones).

En cuanto al rediseño organizacional los alcances incluyen definición de las áreas, su funcionalidad, responsabilidades y competencias. Lo mismo para cada cargo dentro del personal del CSN. Esto permite definir una estructura y se considera una definición completa de la materia.

7. Servicio Sismológico Nacional

Todo el contenido de esta sección toma como base la estructura del Servicio hasta marzo de 2013, cuando el Convenio ONEMI-UCH que motiva el rediseño no se ha efectuado. En el transcurso del presente trabajo el Convenio ya está corriendo, lo que ha implicado reestructuraciones que no necesariamente se visarán en la propuesta que realice este trabajo de memoria.

7.1. Definición Estratégica

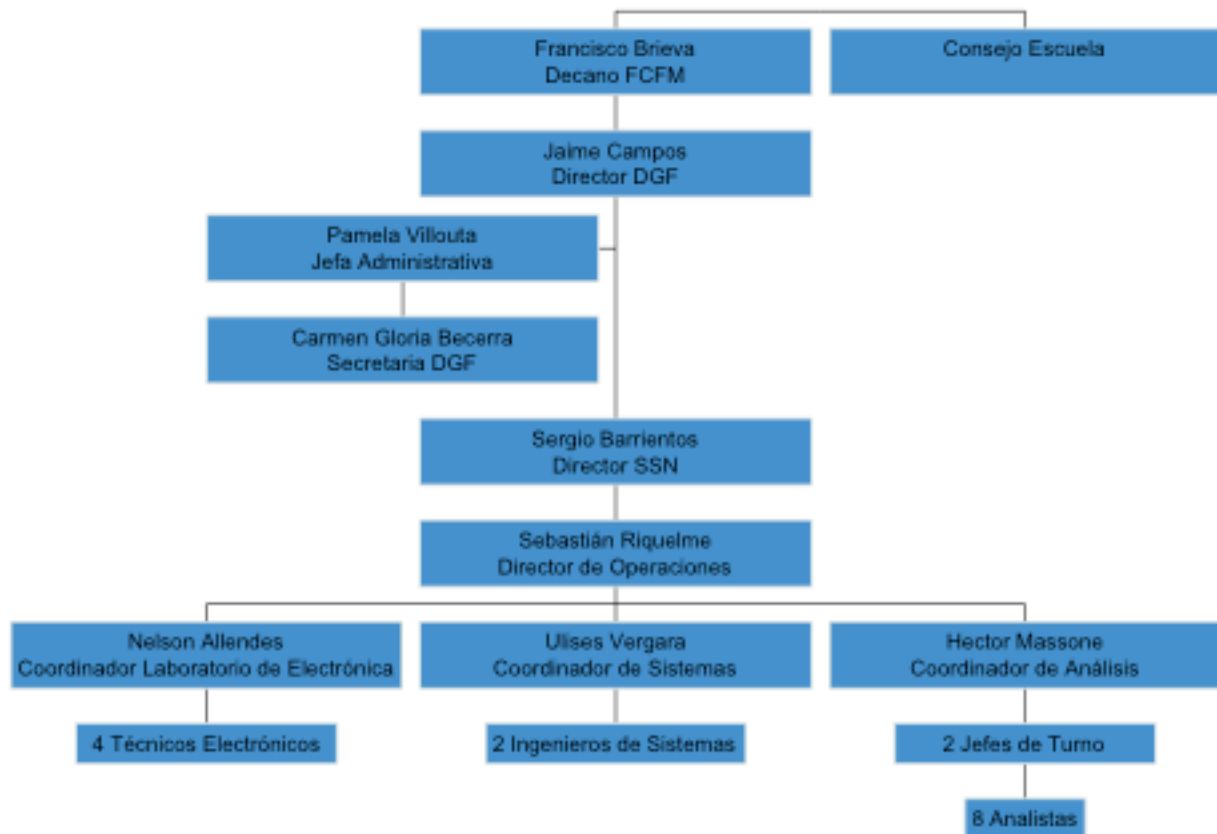
El Servicio Sismológico Nacional de la Universidad de Chile es una división del departamento de Geofísica de esta universidad cuyo propósito principal es proporcionar una amplia base de datos sísmicos para la investigación científica, tanto para los investigadores de la Universidad como para organizaciones externas y particulares. No existe una definición estratégica en la rigurosidad que proporcione misión y visión al Servicio, pero se entiende esta como la función principal.

Desde el año 2010, además de su presupuesto basal entregado por el Ministerio de Educación, el Servicio recibe aportes desde ONEMI para contar con un grupo de analistas que permite realizar análisis sísmico en tiempo real, extendiendo las funciones de este a informar de manera inmediata a los organismos de emergencia ONEMI y SHOA sobre la ocurrencia, hipocentro y magnitud de sismos sensibles. El hecho de trabajar con una red sismológica orientada a la investigación científica imposibilita cumplir a cabalidad esta nueva función, por lo que este último objetivo se entiende por ambos bandos que se cumple en la medida que la capacidad y tecnología de la red de abasto, ya que los aportes de ONEMI no están orientados al robustecimiento de la red (a diferencia de la situación post convenio 2013).

7.2. Estructura Organizacional

El SSN es una entidad perteneciente al Departamento de Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Por esto mismo su organización está subordinada a la Dirección del DGF y al Decanato (ver Tabla 1.).

Tabla 1. Estructura organizacional del SSN hasta marzo de 2013.



Decanato y Consejo de Facultad

El Decano es la entidad máxima del mapa organizacional de la Facultad por lo que cualquier decisión de importancia estratégica a nivel de escuela pasa por la aprobación del Consejo de Facultad que el mismo preside, y que se reúne una vez al mes y ante convocaciones bajo situaciones extraordinarias. Una vez llegado a consenso, la firma del Decano es primordial para la aprobación e implementación de dicha decisión. Esto afecta directamente al Servicio en su financiamiento ya que los convenios con las instituciones que lo financian se realizan formalmente entre la Universidad de Chile y la correspondiente institución (ONEMI, algún Ministerio de la República, u otros), donde el último papel lo firma el Decano de la FCFM a nombre de la Universidad. Es decir carga con toda la responsabilidad legal.

Departamento de Geofísica

Un escalafón más abajo se encuentra el Departamento de Geofísica. En términos de administración pública y legalidad, para la Universidad el Servicio es solo un área 100% dependiente de este departamento. Esto implica que todas las platas del Servicio las maneja él, lo mismo con todos los gastos del Servicio,

contrataciones y autorizaciones. En este sentido el Jefe del Departamento de Geofísica es el encargado de aprobar los cometidos, viáticos, planillas de sueldos y honorarios, adquisiciones entre otros. Esto sucede para fines administrativos de la Facultad, porque aunque el DGF maneje los registros financieros y ponga la firma, las decisiones que toma el Servicio Sismológico no las cuestiona el Departamento, no porque así esté establecido sino simplemente porque así se entienden. Es un acuerdo tácito, que en resumen expone al Servicio como una entidad con independencia en sus decisiones (salvo a nivel de Decanato) pero dependiente en términos administrativos del DGF.

Los temas contables los trata la Jefa Administrativa del DGF. Al requerir fondos para cualquier actividad aprobada por el Servicio, sus funcionarios realizan la solicitud correspondiente a la Jefa Administrativa, asimismo se realiza a esta Jefa la posterior rendición de cuentas. Por otro lado la Secretaria del DGF se encarga de escribir toda la documentación para las licitaciones a través de Chile Compra en términos de legalidad (las especificaciones técnicas las realiza el Servicio), contratos y resoluciones. Esta persona junto con el Coordinador del Laboratorio de Electrónica son las únicas personas del Departamento acreditadas públicamente como Supervisores de Compra en Chile Compra, lo que los faculta para adjudicar procesos de compra.

Dirección del SSN

El Director del SSN es el jefe de todo el Servicio, que siempre ha sido un sismólogo con alto grado académico. Su función es administrar y gestionar al Servicio, así como la toma de todas las decisiones estratégicas. Uno de los ámbitos en lo que esto se traduce es gestionar todas las relaciones del Servicio con externos. Esto es sacar adelante los convenios públicos de financiamiento, mantener las relaciones con instituciones sismológicas extranjeras (muchas de ellas aportan con equipos para la red nacional), organismos públicos, organismos de emergencia (ONEMI y SHOA), y ver todas las relaciones políticas y con la prensa (comunicados, entrevistas, etc.).

En el plano operacional, el Director es el encargado de visar cualquier actividad que implique una relación externa del Servicio con otros. Es decir todas las grandes compras (equipos, camionetas, etc.), las licitaciones (servidores, comunicaciones y lugares de instalación de estaciones) y las salidas a terreno (planificadas y de emergencia). En lo interno, el presupuesto es aprobado por él. En cuanto a gestión, el Director es el que decide cuándo se va a instalar una nueva estación y dónde, llevando directamente la negociación del lugar en que se instalará, aunque también existen casos en que algún funcionario tiene conocidos en algún sector y realiza una sugerencia de lugar al Director.

Dirección de Operaciones

El Director de Operaciones es el encargado de que toda la operación interna del Servicio funcione de manera óptima. Las competencias de este cargo son tener dominio de los procesos, visión sistémica y competencias administrativas y de gestión, es decir idealmente un ingeniero con conocimientos sismológicos. Su función se traduce en coordinar las tres áreas del Servicio (Laboratorios de Electrónica, Sistemas y Análisis) y asegurarse de que el conjunto de los procesos ocurra eficazmente. El Director de Operaciones está atento a las necesidades que nacen de las distintas áreas. Cuando se trata de compra de equipos, los Laboratorios se contactan directamente con él, quién luego se lo hace saber al Director que aprueba o desaprueba la medida.

Todas las licitaciones las realiza esta persona, esto incluye servidores, comunicaciones o cualquier servicio externo que se deba contratar, con la aprobación del Director. Lo mismo ocurre con la elaboración del presupuesto y definición de los sueldos. Además es el encargado de planificar las visitas a las estaciones sismológicas cualquiera sea el motivo.

Laboratorio de Electrónica

Es el área encargada de que el dato captado por los instrumentos sismológicos llegue al Laboratorio de Análisis. Esto principalmente es la instalación y mantención de las estaciones sismológicas del Servicio, que significa en resumidas cuentas la configuración de los equipos y la instalación física (obras civiles, sistema de alimentación eléctrica y comunicaciones). Las personas de esta área tienen conocimientos profundos en electrónica y básicos en sismología que les permite trabajar con la instrumentación necesaria, y las aplicaciones correspondientes para el tratamiento de la información y adquisición de datos. Las propuestas de las soluciones en este terreno nacen acá, con todas las especificaciones técnicas, y luego pasan por el visado del Director de Operaciones y el Director, quien decide teniendo en cuenta también los recursos disponibles e importancia. En este sentido, las licitaciones y contratos pasan por la propuesta y evaluación técnica e ingenieril del Laboratorio de Electrónica.

Esta área cuenta con cinco personas, un Coordinador (ingeniero eléctrico) y cuatro técnicos electrónicos. Vale destacar que no existe ninguna formación técnica que entregue los conocimientos específicos que se necesitan para tratar con estaciones sismológicas por lo que las nuevas personas que se incorporan aprenden del *know how* de sus pares con mayor experiencia. El rol de jefatura del Coordinador se ve supeditado a casos concretos en que los técnicos necesitan la firma del jefe directo para permisos específicos. Justamente cumple un rol de coordinación dentro de Electrónica. Las funciones de esta persona son la compra de equipos, evaluación y generación de documentos de licitaciones, recepción de equipos, documentación de datos técnicos de las estaciones, entre otras. Por otro lado están los técnicos que su labor mayormente consiste en realizar las visitas a las estaciones sismológicas y ocuparse de su instalación y mantenimiento. Esto

incluye largos viajes, semanas de trabajo en terreno, compra de materiales. En su tiempo en el Servicio realizan tareas de apoyo al Coordinador y generación de propuestas de mejora a los sistemas de la red.

Cabe destacar que dentro del área existen muchas tareas sin una persona idónea que las realice (mayormente por falta de recursos), por lo que se terminan repartiendo entre todos. Esto sucede con los trámites de compra pública, legales, orden de la bodega y mantención de las instalaciones eléctricas del Servicio, que justamente las realiza personal de esta área.

Laboratorio de Sistemas

El área de Sistemas es la encargada del manejo de los datos al interior del Servicio, compuesta por tres personas, un Coordinador (Ingeniero en Software) y otros dos Ingenieros. En la cadena operativa fundamental de análisis sísmológico esto significa encargarse de la integración del dato que llega por las comunicaciones de las estaciones (Sistema de Adquisición de Datos), su procesamiento (Sistema de Procesamiento Automático) y generar programas para su posterior análisis, que son utilizados por el Laboratorio de Análisis. Adicionalmente se encargan del soporte a la base de datos que guarda todos los datos de ondas sísmicas registradas, y de proveer esta información a los docentes que la requieran, y de generar los softwares de comunicación interna. El equipo se encuentra desarrollando una Intranet para el nuevo Centro Sísmológico, que servirá como base para trabajar en un rediseño.

La creación y mantención del sitio web es responsabilidad de esta área. Ellos crean los programas para que posteriormente los analistas publiquen la información de los sismos en la red.

Laboratorio de Análisis

El Laboratorio de Análisis, a partir de los datos decodificados de las estaciones, se encarga de analizar los registros sísmicos, utilizando softwares sísmológicos, lo que se conoce por picar arribos de ondas, para luego obtener los parámetros del sismo que posteriormente publican tanto en el sitio web del Servicio como a las autoridades de la ONEMI y el SHOA. Existe un monitoreo constante (24x7) de las estaciones, y al momento de ocurrencia de un sismo existe un programa llamado Early Bird que realiza un análisis preliminar de los datos arrojando un estimado de los parámetros focales. El rol de esta área es realizar un análisis definitivo que dura entre 10 y 20 minutos, que se hace con el programa Seisan, para luego realizar la publicación final. En caso que los datos arrojen resultados no coherentes, realizan un análisis técnico de la traza y consultan la información en otros servicios sísmológicos (preferentemente el NEIC de la USGS).

Esta unidad cuenta con un Coordinador, 2 Jefes de Turno y 8 Analistas. Los Jefes de Turno y los Analistas poseen turnos 4x4 de tal manera que siempre hay analistas atentos a los registros de la red sísmológica en caso de sismo.

7.3. Estructura Financiera

Al pertenecer a la Universidad, el Servicio no posee libertad en cuanto a sus gastos y financiamiento. Toda fuente de financiamiento que proviene de los proyectos adjudicados debe pasar por la aprobación del Decano y el Consejo Escuela, en donde el Decanato se lleva un overhead equivalente a un 10% del valor de ese proyecto. Las platas provenientes del MINEDUC son las únicas que no sufren este recorte. De este presupuesto, se gasta un 70% en sueldos y solo el 30% restante para mantener el Servicio y su red, adquirir nuevos instrumentos y crear nueva tecnología.

El financiamiento actual proviene de dos aportes estatales anuales (ver Tabla 2.), uno por parte del Ministerio de Educación (“Centro Sismológico”) y otro por parte de la ONEMI (“Servicio Sismológico”). La Universidad les asigna un centro de costos a cada aporte, con un número que lo identifica, 1946 y 1634 respectivamente. Todo el manejo financiero de estas platas y lo que es el tema contable es responsabilidad de la Jefatura de Administración del DGF.

Tabla 2. Centros de Gastos del SSN.

Centro de Gastos	Benefactor	Monto inicial	Overhead Decanato	Monto final
1946	MINEDUC	\$ 274 millones	0%	\$274 millones
1634	ONEMI	\$110 millones	10%	\$99 millones

El Departamento no realiza un balance financiero, sino que esto se hace a nivel de Facultad. Lo que sí realiza es un control de todos los ingresos y gastos que existen en el mes. Estos gastos se ordenan para la contabilidad en tres áreas, tal como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Gastos SSN.

Gasto	Rango de gasto mensual
Remuneraciones	\$22 - \$17 millones
Gastos de operación	\$15 millones - \$0
Equipamiento e instrumental	\$19 millones - \$0

Los “gastos de operación” así como los en “equipamiento e instrumental” varían mucho dependiendo del mes. En operaciones depende principalmente de las salidas a terreno que se realicen en el mes, ya que las estaciones se encuentran distribuidas a lo largo del país y muchas se encuentran en lugares muy lejanos de zonas urbanas, lo que implica grandes gastos en bencina, peajes y viáticos. En equipamiento los mayores gastos corresponden a camionetas, computadores y equipos sismológicos muy específicos, ya que la mayor parte de las estaciones se componen de muchas piezas pero de bajo costo.

Como toda institución pública, el Servicio se encuentra regido por ciertas políticas de gasto. Cualquier gasto por sobre 3 UTM debe ser licitado en el portal web de Chile Compra, institución que administra el sistema de compras públicas en Chile. Para gastos menores que lo indicado se puede hacer uso de un fondo fijo de \$380.000 que posee el DGF, proveniente de todos los fondos percibidos no solo por el SSN. Este fondo se controla de manera que al final del año efectivamente todo gasto coincida con el centro de costos al que ha sido asignado, en particular al 1946 o al 1634 en el caso del Servicio. Estos gastos menores a 3 UTM deben ser realizados mediante factura y presentados a la Administración del DGF. Por política de la Universidad de Chile, aquellos gastos menores a \$36.000 pueden efectuarse con boleta, pensando en casos en que no es posible exigir factura como taxis, peajes, comida, etc.

La red sismológica actual posee una instrumentación instalada evaluada en alrededor de 10 millones de dólares, que consta de aproximadamente 50 estaciones sismológicas de diferentes tipos (acelerógrafos, banda ancha, período corto, y GPS geodésico).

8. Análisis de Servicios Sismológicos de Calidad Mundial

Para efectos de un rediseño que tenga un mejor y mayor impacto se ha decidido estudiar a otros centros sismológicos que guardan parecidos con el Centro Sismológico Nacional, tanto en las ataduras administrativas de pertenecer a una universidad y al sistema público como en la función de alertar a las instituciones gubernamentales ante eventos sísmicos de gran escala. Las entidades estudiadas tienen un gran prestigio a nivel mundial y brindan una oportunidad para mejorar la propia estructura y procesos.

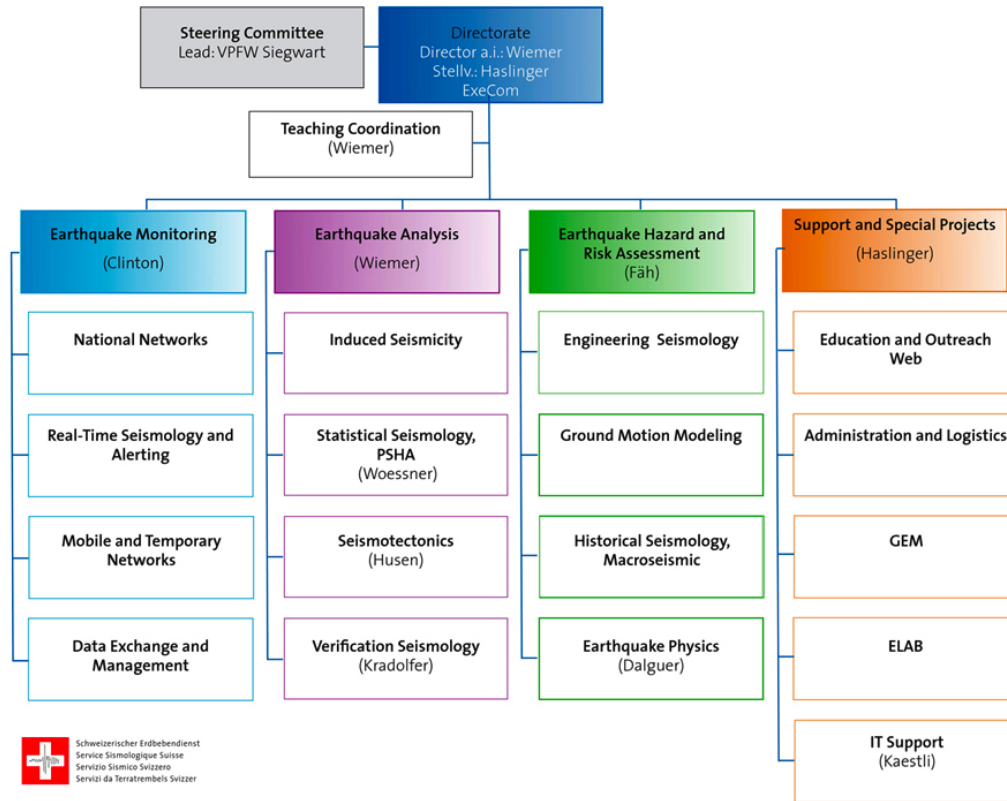
8.1. SED (Servicio Sismológico Suizo)

El SED pertenece a la ETH (Escuela Politécnica Federal de Zürich) y funciona como una entidad independiente de cualquier departamento que depende directamente de la Vicepresidencia de Investigación y Relaciones Económicas [9]. Este servicio colabora muy de cerca con el Instituto de Geofísica y el Departamento de Ciencias de la Tierra de la ETH. Esto se asemeja mucho al caso chileno ya que el CSN va a pasar a ser un centro independiente del Departamento de Geofísica y dependiente del Decanato, aunque sigue muy ligado al DGF por toda la data investigativa que le provee a sus docentes.

Las principales funciones del SED son las de monitoreo sísmico, información a las autoridades y el público, mantenimiento de la red y los sistemas del servicio, investigación (evaluación de riesgo sísmico entre otros) y docencia dentro de la ETH. Al igual que el Centro de la Universidad de Chile, recibe un financiamiento gubernamental para el ejercicio de sus tareas de aproximadamente 3 millones de francos suizos (\$1.500 millones chilenos), además del aporte de terceras partes de 2 millones de francos suizos (\$1.000 millones chilenos).

Su estructura organizacional (ver Tabla 4.) comienza con el Director y el Comité Director, que asegura la cooperación al interior de la ETH, secundado por el Subdirector. Estos a la vez están cada uno a cargo como Jefe de Área de una de las 4 áreas del SED. Estas son la de Monitoreo Sísmico (procesamiento de la data sísmica, detección y cuantificación de sismos, generación del boletín correspondiente, alerta a la comunidad y *data sharing*, dentro de otros), Análisis Sísmico (enfocado en el estudio e investigación a partir de la data sísmica), Peligro Sísmico y Evaluación de Riesgo (de gran utilidad para la comunidad suiza en su afán de reducir el riesgo), y Soporte y Proyectos Especiales (que cuenta con el área administrativa, el soporte en TI y el Laboratorio de Electrónica, que cumple un rol similar a su par chileno).

Tabla 4. Estructura Organizacional del SED.



Este centro sismológico posee una red de cerca de 100 estaciones conectadas a tiempo real (el triple chileno), conectadas a la base cada una por al menos dos proveedores de Internet independientes para prevenir la caída de las comunicaciones. Más allá del tema técnico de si Internet sería la opción para las estaciones chilenas (lo que no sería muy robusto en nuestro caso), lo importante es rescatar el hecho de que los suizos aseguran la comunicación teniendo varias alternativas independientes. Por otro lado el SED posee un personal de 73 personas de las cuales aproximadamente 40 cumplen labores exclusivas de investigación, dejando al resto a cargo de la operatividad del Servicio Suizo. Es decir cerca de 30 personas para una red de 100 estaciones (8 en TI y 5 electrónicos). El personal 24x7, es decir los analistas que están todo el tiempo registrando y publicando sismos, no son personas contratadas especialmente para el caso de alerta. Al contrario, algunos son estudiantes de doctorado y el resto staff científico que se les paga un extra por días de servicio. Esto resulta comprensible para el caso suizo, un país que no experimenta grandes terremotos. De hecho el mayor sismo que tuvieron en el siglo XX fue de magnitud 5.8 el año 1946, una realidad muy alejada a la chilena. Sin embargo, lo relevante y el por qué del estudio del SED para conveniencia del caso chileno es la gran claridad organizativa que poseen y la gama de estudios sísmicos relevantes para la reducción del riesgo.

El Laboratorio de Electrónica (ELAB) y el Soporte de TI del SED funcionan dentro de un área de soporte, sin embargo resultan claves en la operatividad del Servicio y su red. El ELAB se encarga de la mantención e instalación de estaciones al igual que en Chile, pero además se encarga de la mantención de los equipos dentro del SED y de ver todas las comunicaciones hasta el Servicio (ruta desde las estaciones hasta los 2 servidores que poseen). Estas son gestionadas por el ELAB (arriendos de líneas, conexiones a Internet, etc.). Por otro lado las comunicaciones internas (data servers, procesamiento, generación de producto, inclusive la propia Internet) son gestionadas por el equipo de TI en colaboración con el área de Monitoreo Sísmico. Es decir el límite entre TI y ELAB vendrían siendo los servidores. Uno de los expertos en electrónica del ELAB también es conocedor del funcionamiento del servidor de recepción, así como también algunos de los expertos en TI de Monitoreo Sísmico (asignados desde el área de Soporte de TI) conocen algo de las comunicaciones en terreno. Esto facilita los mecanismos de colaboración para la solución de problemas.

Otro aspecto relevante es que los técnicos electrónicos que posee el SED son entrenados y capacitados ahí. Aunque sean contratados con el título de técnicos es necesario que sean capacitados para las especificidades del trabajo con estaciones.

8.2. NEIC (National Earthquake Information Center)

El Centro Nacional de Información Sísmica (NEIC) pertenece al USGS (U.S. Geological Survey) que a su vez depende del Departamento de Interior del Gobierno de Estados Unidos. El NEIC tiene tres misiones principales [10]:

1. Determinar lo más rápido y con la mayor precisión posible la ubicación y tamaño de todos los sismos significativos producidos en todo el mundo. El NEIC difunde inmediatamente esta información a los organismos competentes nacionales e internacionales, instalaciones críticas y al público en general.
2. Registrar y proporciona a los científicos y al público una extensa base de datos sísmicos que sirva como una base sólida para la investigación científica. Esto lo logra principalmente a través de la operación de modernas redes sismológicas digitales tanto en su país como en términos globales, y a través de acuerdos de cooperación internacional. El NEIC es el centro nacional de datos y archivos de información sísmica.
3. Mejorar la capacidad para localizar y comprender los mecanismos de los sismos con un activo programa de investigación. Estos esfuerzos están dirigidos a la mitigación de los riesgos que significan los terremotos para la humanidad, y que son posibles gracias a la buena cooperación que ha caracterizado a la ciencia de la sismología.

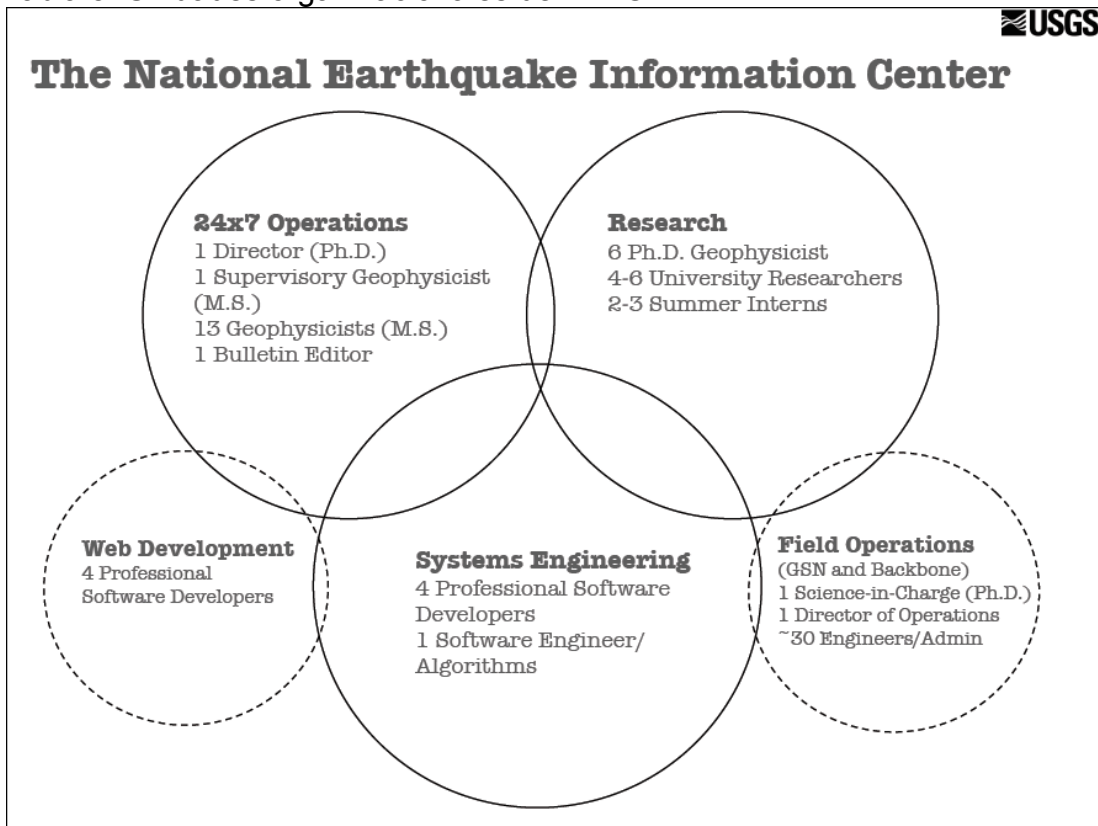
El NEIC opera un servicio de 24 horas al día para determinar la ubicación y magnitud de los sismos en los Estados Unidos y alrededor del mundo con la mayor rapidez y precisión posible. Esta información se comunica a las agencias gubernamentales, federales y estatales que se encargan de la respuesta de emergencia, a los canales de información pública del gobierno, a los medios de comunicación nacionales e internacionales, a los grupos de científicos (incluidos los grupos de planificación y estudio de réplicas sísmica), y a cualquier particular que la solicite. Cuando un terremoto se produce en un país extranjero, la información se transfiere al personal de las embajadas estadounidenses y consulados en los países afectados, y al Departamento de las Naciones Unidas para Asuntos Humanitarios (DHA). El NEIC prepara rápidos informes para los sismos con magnitudes de al menos 3 en el este de Estados Unidos, 3 en el oeste de Estados Unidos, o 5 (o cuando se sabe que han causado daños) en cualquier otro lugar del mundo. En la actualidad, este centro localiza y publica aproximadamente 30.000 terremotos anualmente. Estos son los más importantes de los muchos millones de terremotos que se estima que ocurren cada año.

Una amplia gama de investigación también se lleva a cabo en el NEIC. Las investigaciones van desde la resolución de la estructura interna de la Tierra hasta la comprensión de la mecánica de la ruptura que propicia el sismo y la rápida evaluación rápida de su impacto. Estos esfuerzos de investigación están destinados a mejorar el servicio de datos proporcionada por el NEIC a la comunidad científica y el público en general, y, en última instancia, para ayudar en la mitigación del riesgo sísmico.

La estructura del NEIC se compone de un Director y 5 áreas (ver Tabla 5.): Operaciones 24x7 (Análisis), Investigación, Ingeniería en Sistemas, Operaciones en Terreno y Desarrollo Web. El grupo de Análisis posee entre 13 y 15 analistas de tal forma que todo el tiempo hay al menos dos operando. Todos ellos son o bien sismólogos (con doctorados o master) o ingenieros con al menos un master en tectónica y sismicidad. Muchos de estos profesionales también pertenecen al Área de Investigación por lo que poseen vastos conocimientos en la materia que les permite elaborar completos reportes sísmicos que no solo incluyen magnitud, hipocentro y tiempo de ocurrencia, sino una gama de estudios relevantes para disminuir el riesgo sísmico y para la mejor comprensión de la sismicidad.

Más allá del gran desarrollo investigativo del NEIC y sus equipos, que son de primer nivel mundial, los patrones en cuanto a áreas y procesos se replican en los otros centros sismológicos. Esto motiva en el rediseño del centro chileno más que nada a estandarizar los procesos, hacerlos rápidos y eficaces, y a definir de buena forma los cargos y exigir el mayor nivel técnico, científico y profesional en ellos. De todas formas esto deja en claro una vez más que es indispensable contar con algún área investigativa que complemente y le dé pulcritud a los procesos y a los reportes sísmicos, de otra forma sería como operar de forma mecánica y sin conocimiento de lo que se hace lo que se traduciría en una nula capacidad de progresar y de visión a largo plazo.

Tabla 5. Unidades organizacionales del NEIC.



8.3. CERI (Center for Earthquake Research and Information)

El CERI es un centro de excelencia de la Universidad de Memphis (Estados Unidos) dedicado al estudio de las causas y consecuencias de los sismos, y la estructura y evolución de la litósfera continental. Para esto cuenta con investigación de vanguardia y una red sismológica y de GPS que cubre más de 500 mil km², en 10 estados de ese país, esto es aproximadamente 250 mil menos que Chile continental. Opera un total de 130 estaciones, con 22 de ellas proveídas por el ANSS (Advanced National Seismic System) [11] que es el programa de la USGS en el que se desenvuelve el mencionado NEIC. Aparte de estas estaciones el CERI administra uno de los 6 Centros de Procesamiento Regional (RPC) del USGS, procesando en tiempo real más de 780 canales de data sísmica (USGS y otras universidades e institutos), que incorpora un sistema de alarmas automáticas que demora aproximadamente 2 minutos desde la ocurrencia del sismo en activarse y distribuirse. Al igual que el Centro chileno, su par se financia con aportes estatales, directamente y a través de la Universidad.

Este centro sismológico posee un plan estratégico que incorpora tres focos, uno externo, otro interno y otro enfocado en la Universidad. Estos están debidamente detallados, estableciendo objetivos, prioridades y puntos críticos dentro de la estrategia de cada foco. Se observa un ordenamiento encomiable que consta de

protocolos para todas las actividades dentro del Centro, cómo se administran los recursos, protocolos de operación, seguridad, comunicaciones, manejo de sistema, políticas anti-abuso, días de pago, vacaciones, evaluaciones anuales a los funcionarios, etc.

La estructura organizacional subyacente consta de 5 grandes áreas [12]:

- Dirección
 - orientación administrativa del personal y funciones del CERI
 - planificación y ejecución del presupuesto
 - implementación y ejecución de la planificación estratégica
 - revisión de la propuesta interna
- Dirección de Programas Académicos
 - coordinación de actividades con otros departamentos académicos
 - coordinación de estudiantes egresados y admisión a los departamentos
 - coordinación de cursos ofrecidos por el CERI en la Universidad
- Dirección de Redes Sísmicas y Computacionales
 - desarrollo y administración de redes sísmicas
 - desarrollo y administración de redes computacionales para la investigación y docencia
 - mantener el desarrollo operativo y en terreno
 - coordinación de actividades de la red sísmica con las agencias nacionales
- Dirección de Educación y Difusión
 - difusión y coordinación de relaciones con el público general
 - coordinación de la respuesta sísmica web
 - capacitaciones
 - gestionar el Public Earthquake Resource Center
 - difusión y asesoría técnica a organizaciones y agencias
- Subdirección de Administración y Finanzas
 - planificación del presupuesto
 - contabilidad y finanzas
 - supervisión general del personal y las instalaciones

El CERI establece 4 elementos básicos para tener una respuesta rápida a terremotos:

1. Verificación y notificación de terremoto.
2. Coordinación y realización apropiada de estudios en terreno post-terremoto.
3. Coordinar la comunicación e interacción pública del CERI.
4. Evaluación del accionar del CERI ante terremotos o sismos significativos.

9. Análisis Estratégico del CSN

En base a la petición hecha por el Gobierno a la Universidad de Chile para desarrollar capacidades de diseño, implementación y operación de una red sísmológica que cubra el territorio nacional, se plantea la creación de un Centro, continuador del antiguo Servicio Sísmológico de la Universidad de Chile, con la misión de llevar a cabo la tarea pedida al más alto nivel científico y tecnológico. Los recipientes primarios de la información será el Gobierno, a través de la Oficina Nacional de Emergencia y otros organismos públicos y privados como el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, el Servicio Nacional de Geología y Minería y usuarios en general.

Este Centro mejorará la cantidad, calidad y accesibilidad de la información sísmica nacional a través del establecimiento de una red de observación de fenómenos sísmicos que permita la mejor caracterización de los eventos sísmicos de magnitud importante (sismos sensibles por la población) en el territorio nacional. Esto incluye no solamente una red de sensores distribuidos a lo largo del país, sino que también de un centro de procesamiento de datos así como los procedimientos y protocolos de comunicación durante las 24 horas del día con las entidades que requieren disponer de la información de manera oportuna.

Al tratarse principalmente de una unidad de carácter profesional (y no académica) cuya principal misión consiste en entregar datos e información de calidad a los usuarios se creará el Centro Sísmológico Nacional, que dependerá directamente de la máxima autoridad de la Facultad. La creación de este Centro será el primer paso en el establecimiento de una unidad capaz de vigilar la sismicidad de todo el territorio nacional de manera adecuada y emitir reportes de manera oportuna para aquellas entidades que lo requieran. Indudablemente, el apoyo financiero comprometido tentativamente por el Gobierno hace de esta iniciativa la de mayor envergadura desde la creación del Servicio Sísmológico Nacional en 1908.

La misión del Centro Sísmológico de la Universidad de Chile consiste en impulsar y desarrollar los aspectos observacionales de los terremotos en el país con el fin de entregar la mejor, más completa, depurada y oportuna información posible relacionada con la observación del proceso de terremotos.

El Centro Sísmológico opera y mantiene una red de observación de sismos a lo largo de todo el país. Además, mantiene una base de datos sísmicos que afectan el territorio nacional.

Los recipientes primarios de la información son principalmente la Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI), el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), ministerios y otros organismos públicos y privados como la Dirección Meteorológica de la Dirección General de Aeronáutica Civil, el Servicio Nacional de Geología y Minería, el Instituto Geográfico Militar, universidades y usuarios en general.

Esta misión resulta extensa (tres párrafos) y poco enfocada en su formulación por lo que se decidió trabajarla para darle claridad, y también para elaborar una visión (inexistente hasta entonces).

9.1. Misión del CSN

Determinar de manera oportuna la ubicación y el tamaño de todos los sismos significativos que ocurren en Chile con el objeto de difundir inmediatamente esta información a ONEMI, SHOA, autoridades, interesados y público en general. Además de recoger y proporcionar a los organismos nacionales, internacionales e interesados en general, una amplia base de datos sísmicos para estudios y elaboración de normas.

9.2. Visión del CSN

Ser un centro sismológico pionero en el mundo dado el contexto sísmico chileno que mediante el mejoramiento continuo de la tecnología y desarrollo investigativo detecte oportunamente y con exactitud la actividad sísmica en Chile contribuyendo a los sistemas de alerta y al conocimiento.

9.3. Objetivos

Mejorar la cantidad, calidad y accesibilidad de la información sísmica nacional a través del establecimiento de una red de observación de fenómenos sísmicos que permita la mejor caracterización de los eventos sísmicos de magnitud significativa (sensibles por la población) en el territorio nacional. Esto incluye no solamente una red de sensores distribuidos a lo largo del país, sino que también de un centro de procesamiento de datos así como los procedimientos y protocolos de comunicación durante las 24 horas del día con las entidades que requieren de una información oportuna [13].

10. Rediseño Organizacional

10.1. Estructura

El nuevo Centro Sismológico Nacional (CSN) será una entidad dependiente de la Universidad de Chile a través de su Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (a cargo del Decanato) al igual que antes del Convenio, pero una vez firmado este el CSN trabajará independientemente del Departamento de Geofísica. Esto significa que no existe ningún deber administrativo para con el DGF, y que todos los activos sismológicos pueden ser administrados libremente (obviamente siguiendo la legalidad pública) por el nuevo Centro. Esto aporta un aliciente y brinda mayores libertades para realizar el rediseño organizacional que cumpla los objetivos últimos del cliente final, ONEMI.

Basado en todo el marco estratégico y habiendo estudiado el funcionamiento de centros sismológicos de nivel mundial, se trabaja con una metodología para plantear una nueva estructura organizacional cuyo primer paso consiste en dividir el trabajo y agrupar las tareas y funciones en unidades organizacionales. Para esto en primer lugar se definieron las tareas o actividades que resultan clave para el funcionamiento de un centro sismológico de estas características, muchas de las cuales no existían en el pasado.

10.1.1. Tareas

El resultado de este análisis arrojó 29 tareas fundamentales que se exponen a continuación:

- Procesamiento de la data sísmica
- Detección y cuantificación de sismos
- Generación de boletín sísmico
- Alerta a las autoridades
- Alerta al público general
- Instalación y mantención de estaciones sismológicas
- Instalación y mantención de comunicaciones desde estaciones hasta los servidores de datos
- Monitoreo de estaciones
- Planificación de visitas a las estaciones sismológicas
- Coordinación pedagógica (docentes dentro de la universidad)
- Relaciones con instituciones investigativas externas
- Desarrollo investigativo en peligro sísmico y evaluación de riesgo
- Desarrollo de mapas sísmicos para el sitio web
- Soporte de servidores
- Soporte de base de datos
- Desarrollo y soporte de programas de procesamiento de data sísmica

- Desarrollo y mantención de programas de comunicación interna
- Desarrollo y mantención de sitio web
- Contabilidad y finanzas
- Adquisiciones y licitaciones
- Contrataciones
- Bodegaje
- Gestión de permisos
- Servicios y gastos de oficina
- Gestión estratégica
- Decisiones estratégicas y tácticas
- Relaciones con entidades de alerta, entidades gubernamentales y prensa
- Coordinación de las áreas
- Elaboración de presupuesto

10.1.2. Unidades Organizacionales

El siguiente paso metodológico es el de definir las unidades organizacionales con las que debe contar el Centro. Rescatando el análisis estructural de los grandes centros y contrastándolo con la realidad chilena, se estima que para el cumplimiento de las tareas recién descritas es necesario que existan 6 unidades organizacionales fundamentales.

Análisis

Esta unidad debe abarcar los procesos que deben estar funcionando 24x7, siendo la parte más importante de la cadena operativa, ya que es la que da la información sísmica final a las autoridades (fin último de la organización). Se debe encargarse de procesar la data y realizar el análisis sísmico correspondiente, además de generar la alerta. Es primordial que el análisis esté unido al proceso de alerta porque este conjunto debe realizarse en un tiempo muy corto y con un trabajo muy unido y estrecho, donde se privilegie rapidez y exactitud por sobre grandes y largos procesos.

Electrónica

La unidad de Electrónica se debe asegurar que la red sísmológica esté funcionando. En definitiva esto se resume a que la data de las estaciones llegue a los servidores del Centro. Para esto es necesario un equipo que sepa instalar y mantener las estaciones. El soporte técnico de los equipos sísmológicos es vital para la operatividad del sistema.

Tecnologías de la Información

La función de esta área es brindar todo el soporte computacional y de comunicaciones para el correcto funcionamiento del Centro. Esto incluye la integración de la data sísmica, almacenamiento, distribución y tratamiento hasta la comunicación con análisis. Además se encarga de asegurar el funcionamiento de la comunicación interna y del sitio web, aprovechando las sinergias informáticas.

Estas tres primeras áreas tienen un carácter operativo y de soporte operativo que corresponde al cuerpo del Centro y el que finalmente ejecuta la cadena relevante para cumplir con la misión propuesta. El resto de las unidades cumplen un rol más administrativo y de gestión que vela por el buen funcionamiento de la parte operativa, así como también la incorporación de nuevos conocimientos importantes para la mitigación del riesgo sísmico ayudando a la planificación urbana, construcción y la alerta misma.

Dirección

Esta unidad debe abarcar toda la gestión y la coordinación del Centro Sismológico basado en la estrategia para cumplir los objetivos planteados. Debe velar por cumplir su misión y mantener el orden dentro de la organización, su operatividad, y las buenas relaciones con los agentes externos de modo tal de llevar al Centro a una posición que contente a sus dueños (Universidad de Chile) e inversores.

Administración

Esta unidad abarca aquellas tareas financieras y administrativas propias de cualquier organización. El hecho que el Centro se desenvuelva dentro del ámbito público requiere especial cuidado con el tema administrativo, el manejo de los recursos, licitaciones, etc. Debe hacerse cargo de la correcta administración de los recursos y activos dentro del Centro.

Investigación

La función de esta área es realizar tareas de investigación relevantes para un mejor entendimiento del problema sísmico en Chile que permita enfrentarlo de mejor manera. Esto incide en la mejora de procesos, en el desarrollo de nuevos programas sísmicos y en la formulación de respuestas más completas y rápidas ante situaciones de alerta. En este sentido mantener las buenas relaciones académicas resulta relevante para un centro sismológico de calidad mundial.

10.1.3. Estructura

Se prosigue a agrupar las tareas reconocidas dentro las 6 unidades organizacionales, tal como se muestra en la Tabla 6. Esto se realiza según criterios de tipo de actividad, relevancia operativa, habilidades para su realización y compatibilidad entre ellas, entre otras.

Tabla 6. Estructura del CSN con sus unidades y tareas.



Las tareas abarcadas por Análisis se justifican por sí solas dentro de la descripción de la unidad. Se decidió agregar la alerta al público porque también es una tarea que se puede realizar a toda hora, es de sencillo proceder y no requiere habilidades ni tiempo extra para su realización. Además enfatiza el rol público de la institución. En cuanto a la generación de un boletín sísmico, nace la necesidad de generar una información ordenada y con contenido técnico para ser expuesta a las entidades y personas correspondientes. Evidentemente que existiría una información preliminar a las autoridades que implique la mayor rapidez en su entrega, lo que no impide que después esta sea entregada de forma más completa.

El caso de Electrónica incluye tareas como la instalación y mantención de las comunicaciones de las estaciones que podría eventualmente ser realizada por privados que ofrecen el servicio completo. Así mismo ocurre con el soporte de la base de datos en el área de TI.

Las actividades de la unidad de Tecnologías de la Información requieren habilidades similares asociadas al manejo de TI's y comunicaciones. Muchas de las unidades tecnológicas pueden ser adquiridas por licitación, pero las habilidades para gestionar las licitaciones o tratos directos son más endosables a un área administrativa.

La Dirección es un área infaltable en cualquier organización y se justifica en el sentido que muchas de las tareas o actividades agrupadas en las otras áreas funcionales dependen de decisiones que son responsabilidad de un área funcional que se preocupe de implantar la estrategia deseada, más que un exclusivo funcionamiento operativo. Lo mismo ocurre con ciertas tareas que podrían desempeñar cada área tal como la gestión de permisos, adquisiciones o bodegaje, pero se cree más ordenado que exista una unidad independiente con mayores habilidades en este tipo de gestiones para su realización, Administración en definitiva.

Un área de Investigación es fundamental. Al pertenecer a una universidad, y al ser esta responsable de la existencia, financiamiento y definición estratégica del Centro, se hace necesaria la actividad de coordinación pedagógica con los investigadores sismológicos de la universidad para alcanzar una sinergia y mejorar relaciones inter-universidad. Lo mismo sucede con las relaciones con instituciones externas, que puedan proveer innovaciones tecnológicas e investigativas en el campo. Por otro lado el desarrollo investigativo en peligro sísmico y evaluación de riesgo es una actividad que más allá de un desarrollo investigativo puro resulta de gran atractivo para mejores planes de emergencia sísmica y desarrollo urbano.

10.2. Definición de Procesos

El siguiente paso metodológico corresponde a definir y diseñar los procesos con los que debe contar el Centro Sismológico Nacional, a partir de las tareas encontradas e identificando las unidades que las ejecutan. Para efectos de este trabajo los procesos que serán detallados a nivel de procedimiento contemplan tareas muy relevantes a nivel operativo y que son parte de la cadena principal del sistema de detección y alerta sísmica o soporte importante de este. Otras tareas menos fundamentales en este rediseño serán abarcadas de forma general pero haciendo las correspondientes especificaciones relevantes para asegurar estándares de calidad y misión de alerta en el Centro.

10.2.1. Procesos Críticos

Esta sección incluye aquellos procesos que serán detallados con mayor profundidad, entendiendo que son vitales en la operatividad del Centro, tanto porque son parte de la cadena principal como por ser soporte fundamental de ella. Además representan las prácticas de mayor urgencia para el cambio de fin de entidad investigativa a una de alerta.

10.2.1.1. Proceso de Análisis Sísmico y Publicación

Área responsable: Análisis.

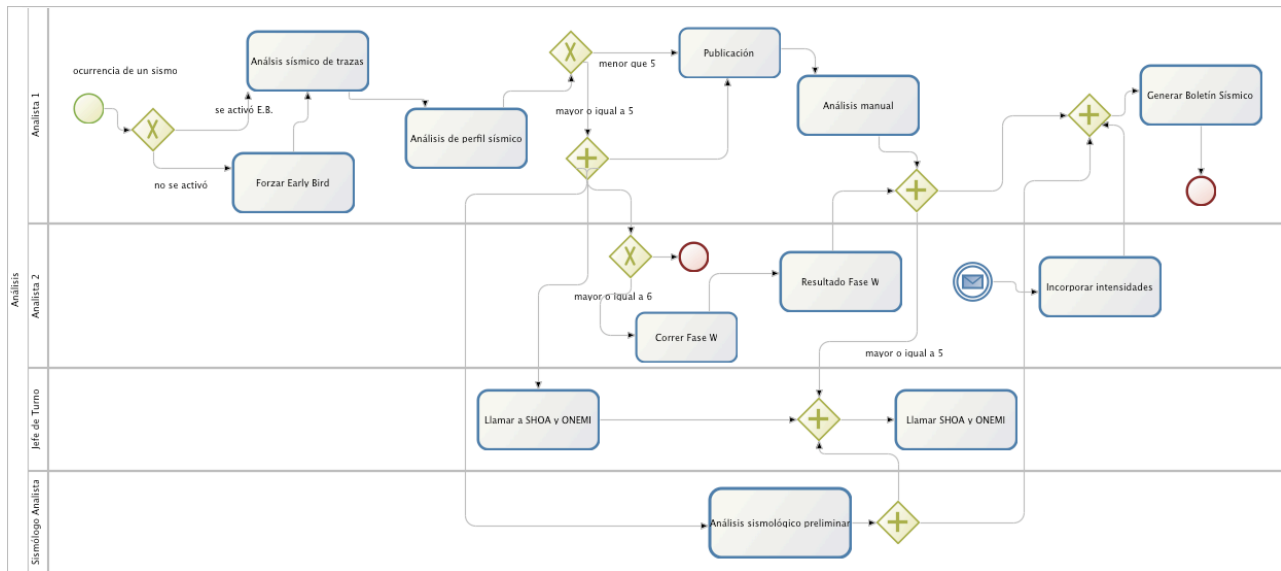
Este proceso abarca las tareas del área de Análisis:

- Procesamiento de la data sísmica
- Detección y cuantificación de sismos
- Generación de boletín sísmico
- Alerta a las autoridades
- Alerta al público general

Se decidió agrupar estas tareas en un solo proceso para darle mayor automatismo y rapidez en la respuesta de alerta a las autoridades y al público. Desagregar este proceso podría traer consigo falta de fluidez en algo que se considera crítico en términos de tiempo. En este sentido es mejor que exista una sola persona que dirija el proceso entero, el Jefe de Turno. Este proceso ocurre en la Oficina de Análisis que cuenta con todo el equipamiento necesario para su ejecución.

Existe un proceso de análisis semiautomático que se realiza con el programa Early Bird y un análisis manual que se realiza con el programa Seisan. Toda la data, el análisis y la posterior publicación debe estar incorporada en un único servidor que agilice el trabajo conjunto. Ambos programas funcionan correctamente, aunque lógicamente el análisis manual es más preciso, pero en particular Early Bird es bastante preciso cuando se trata de eventos de gran magnitud por lo que cumple a cabalidad la función de rapidez y exactitud ante sismos de alerta. Adicionalmente se trabaja con un programa llamado Fase W que realiza un análisis sísmico robusto, especialmente en caso de sismos con magnitud mayor o igual a 6.

Tabla 7. Proceso de Análisis Sísmico y Publicación.



Procedimientos:

El proceso inicia cuando se produce un sismo que es registrado por los instrumentos del CSN. Este sismo es detectado automáticamente por el programa Early Bird activando una alarma (música o sonido) que alerta al grupo de análisis presente.

Responsable: Analista 1

1. En caso que no se gatille el programa, debe forzar computacionalmente Early Bird (escribiendo tiempo de ocurrencia) en el servidor establecido.
2. Realizar el análisis sísmico en Early Bird (picado de ondas P). Para ser registrado como sismo, las estaciones a considerar para el análisis preliminar deben estar a menos de 400 km. del epicentro, y estas deben ser un mínimo de 4.
3. Evaluar la coherencia del resultado mediante un análisis de perfil sísmico. Esto se realiza contrastando el resultado de Early Bird con las diapositivas impresas de perfil sísmico.
4. Si el sismo posee magnitud mayor o igual a 5, inmediatamente se lo comunica verbal y presencialmente al Jefe de Turno, para realizar los procedimientos de comunicación con SHOA y ONEMI, y al Analista 2 si es mayor o igual que 6, para correr la Fase W.
5. Realizar la generación de la publicación en el servidor, lo que genera un mail a ONEMI, SHOA, y publicación preliminar en el sitio web, que contiene:
 - a. hora de ocurrencia
 - b. hipocentro (latitud, longitud, profundidad)
 - c. epicentro (con un mapa regional)
 - d. magnitud
 - e. referencia local

6. Realizar el análisis sísmico manual en el programa Seisan a través del servidor establecido. Esto involucra picado de ondas P y S, y filtrado para obtención de magnitud. Se requiere un mínimo de 7 estaciones picadas.
7. Generar Boletín Sísmico (ver especificaciones más adelante) incorporando los resultados del análisis sísmico, y Fase W y análisis sismológico preliminar si es el caso.
8. Publicar el Boletín Sísmico a través del servidor en el sitio web oficial, Twitter oficial del CSN, mail a ONEMI y SHOA, y EMSC (entidad científica internacional).

Responsable: Analista 2

1. Tras aviso de Analista 1 en caso de sismo de magnitud mayor o igual 6, correr el programa Fase W, que dará un diagnóstico alternativo del sismo demorando aproximadamente 5 minutos.
2. Recoger el resultado de la Fase W y mostrárselo al Jefe de Turno.
3. Leer los mails de ONEMI que indican las intensidades registradas en las regiones e indicárselas al Analista 1 para la elaboración del Boletín Sísmico.
4. Si se gatilla un nuevo sismo paralelamente a este proceso, llevar a cabo el proceso de análisis de este último sismo.

Responsable: Jefe de Turno

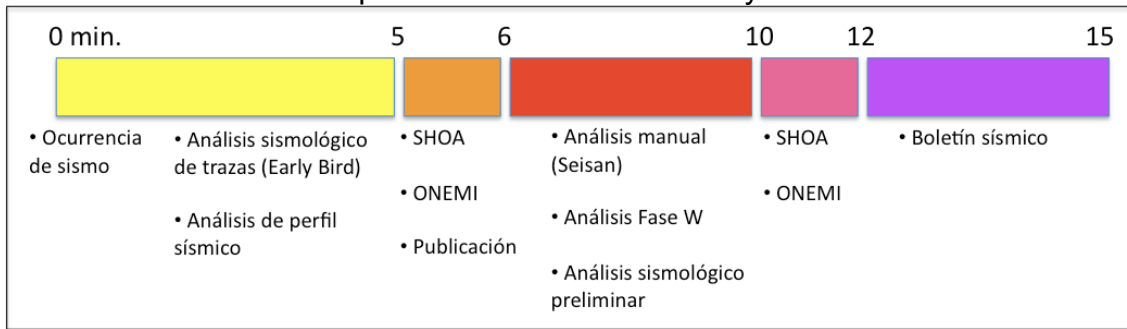
1. Al principio del turno, rellenar una planilla con la firma de los analistas, estado de las señales, y observaciones relevantes, vía Intranet.
2. Luego del aviso del Analista 1 de un sismo de magnitud mayor o igual a 5, llamar a SHOA y luego a ONEMI indicando magnitud e hipocentro. Esto se realiza a través de un teléfono con línea directa. Si éste fallase, el orden es el siguiente: teléfono red DGAC, teléfono satelital 1, teléfono satelital 2.
3. Llamar al Sismólogo Analista a su teléfono de contacto (radio) e indicarle los datos preliminares del sismo. Anotar las observaciones capturadas en la Bitácora de Análisis Sismológico.
5. Una vez terminado el análisis manual, y los análisis sismológico y Fase W (en el caso pertinente), incorporar esta información para una segunda comunicación directa con SHOA y ONEMI, bajo los mismos procedimientos anteriores.
6. Rellenar la misma planilla de principio de turno.

Responsable: Sismólogo Analista

1. Comunicar vía teléfono de radio al Jefe de Turno el análisis sismológico preliminar del sismo con los datos que este le da, orientado principalmente a la ocurrencia de tsunamis.

En la Tabla 8. se muestra las ventanas de tiempo en las que deben ocurrir los procedimientos.

Tabla 8. Ventana de tiempo del Proceso de Análisis y Publicación.



Consideraciones:

1. Para un monitoreo continuo se determina como óptimo tener 4 turnos de 4x4 (4 mañanas, 4 días libres, 4 tardes), cada uno de los turnos compuestos por 2 Analistas y 1 Jefe de Turno.
2. Debe haber al menos un sismólogo que esté ubicable y en Santiago para realizar el análisis sismológico preliminar para las autoridades. Se sugiere que exista un sismólogo que esté a cargo de este trabajo por turnos semanales.
3. La red sismológica debe ser de al menos 60 estaciones de Banda Ancha operativas a tiempo real para cumplir con el proceso y protocolos.
4. Se debe asegurar la existencia y operatividad de los equipos correspondientes, del servidor y los programas, además de autonomía energética en casos de emergencia.
5. No está dentro de las obligaciones del Centro dar un análisis sismológico a ONEMI y SHOA, a menos que sea requerido, pero esto se propone para colaborar con una opinión experta en la labor de alerta, orientada prioritariamente a la ocurrencia de tsunamis.

Generación de Boletín Sísmico

Dependiendo de la magnitud del sismo se elabora un boletín sísmico que se genera automáticamente dentro del servidor de análisis para su posterior publicación. Si el sismo posee una magnitud menor a 5, este debe contener al menos:

- hora de ocurrencia
- hipocentro (latitud, longitud, profundidad)
- epicentro (con un mapa regional)
- magnitud
- referencia local
- intensidades (en caso de sismo sensible, información provista por ONEMI)

En el caso que su magnitud sea mayor o igual a 5 (independiente del tipo de magnitud), adicionalmente debe contener un análisis sismológico que involucre el tratamiento de fallas, relaciones tectónicas y consecuencias para la zona

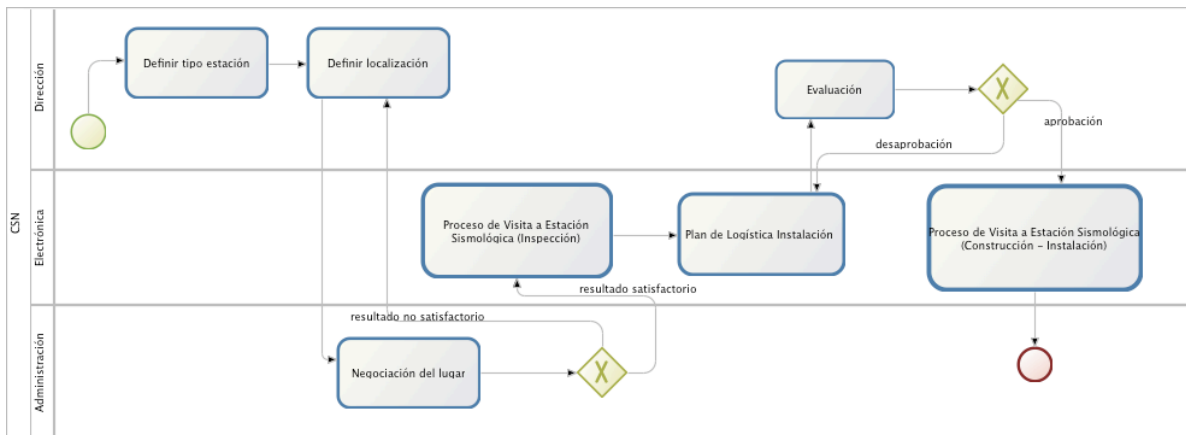
respectiva. Este análisis lo realiza por escrito el sismólogo correspondiente a ese turno, el que luego es recibido para su publicación. Los parámetros escogidos pueden ser resultado tanto del análisis manual como de la Fase W, esto lo determina el Jefe de Turno.

10.2.1.2. Proceso de Instalación de Estación Sismológica

Área responsable: Electrónica.

Este proceso es fundamental para que el nuevo Centro Sismológico crezca en una dirección que le permita tener robustez en su red. En un principio cuando no se tienen las estaciones deseadas y mínimas para asegurar la correcta alarma, resulta estratégica la decisión de dónde instalar las nuevas estaciones y asegurarse que los estándares por los que se rigen sean confiables ante todo evento. Involucra la participación de tres áreas, Dirección, Electrónica y Administración.

Tabla 9. Proceso de Instalación de Estación Sismológica.



Procedimientos:

Responsable: Director

1. La Dirección General (Director y Subdirector) decide instalar una nueva estación sismológica, definiendo el tipo (Acelerómetro, Banda Ancha, Período Corto o GPS Geodésico).
2. Los mismos definen la localización a nivel regional y tentativas de lugares. Luego delegan vía mail esta tarea al Director de Operaciones.
3. Una vez aprobado el lugar, dar inicio al Proceso de Visita a Estación Sismológica de inspección.
4. Revisar el Plan de Logística Instalación y dar el feedback correspondiente al Director de Operaciones vía presencial.
5. Aprobar el Plan de Logística y dar inicio al Proceso de Visita a Estación Sismológica para la construcción e instalación.

Responsable: Director de Operaciones

1. Realizar las gestiones de contacto con las posibles dependencias, pudiendo ser públicas o privadas, que no impliquen costo alguno por el uso del suelo. Una vez definido avisar vía mail a Administración.
2. Revisar el Plan de Logística Instalación y dar feedback al Coordinador de Electrónica presencialmente.
3. Una vez aprobado el Plan solicitar vía mail la revisión del mismo por parte de la Dirección General.

Responsable: Jefe Administrativo

1. Una vez definido el lugar y la voluntad de ambas partes, Administración se hace cargo de llevar la negociación formal y legal. Esta termina satisfactoriamente mediante la firma de una carta formal del Director del CSN y la persona encargada del sitio en cuestión.

Responsable: Coordinador de Electrónica

1. El subproceso de Visita para inspección se detalla más adelante, y su fin es el de incorporar una mejor visión para definir el tipo de instalación que se realizará y la elección del terreno.
2. Electrónica elabora el Plan de Logística para la instalación de la estación, generado en la Intranet. Este es un informe que define bajo qué estándares (obra civil, alimentación eléctrica y comunicaciones) se construirá e instalará la nueva estación.
3. Vía mail se indica al Director de Operaciones que revise el Plan de Logística en la Intranet.

Consideraciones:

1. Es necesario que exista una definición estándar según el tipo de estación (Acelerómetro, Banda ancha, GPS Geodésico, Período Corto) que cuente con una instrumentación de primer nivel.
2. Debe considerarse el acceso en cualquier época del año, para su mantención.
3. Debe definirse una gama de estándares en cuanto a construcción civil de la estación (superficial o soterrada) y fuente de alimentación eléctrica, que permita adecuarse a las distintas condiciones en las que se instalan las estaciones, y que permita su funcionamiento continuo.
4. Debe definirse una gama de estándares de comunicaciones, todas ellas lo suficientemente robustas para que la señal de las estaciones llegue en tiempo real incluso ante cualquier eventualidad.

10.2.1.3. Proceso de Visita a Estación Sismológica

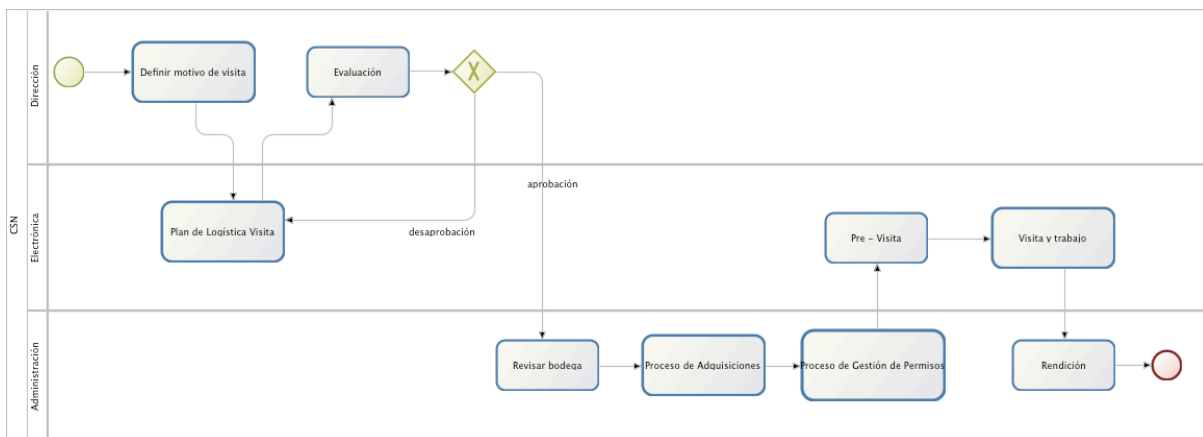
Área responsable: Electrónica.

La visita a una estación considera los siguientes posibles motivos:

- Inspección (previo a la instalación de una estación)
- Instalación (en el caso que la obra gruesa ya haya sido construida)
- Construcción – Instalación (nueva estación)
- Mantenimiento (enmarcada en una planificación anual)
- Reparación (por falla)
- Obtención de Datos (en caso que la estación no esté actualizada para transmitir la información en tiempo real)

En cualquier caso este proceso puede contemplar la visita a varias estaciones sismológicas, lo que podría significar varios días de terreno. Participan las áreas de Electrónica, la Dirección y Administración.

Tabla 10. Proceso de Visita a Estación Sismológica.



Procedimientos:

Responsable: Director

1. Definir la realización de una visita al lugar o lugares de una o varias estaciones sismológicas. Así mismo se define el motivo de la visita a cada estación que contempla el viaje. Esto se le comunica presencialmente al Director de Operaciones.
2. Aprobar digitalmente vía Intranet el Plan de Logística de la Visita, en caso contrario dar feedback presencial al Director de Operaciones. Con la aprobación se genera automáticamente un mail para el Jefe Administrativo explicando los trámites a realizar, según lo indicado en el Plan.

Responsable: Director de Operaciones

1. Comunicar presencialmente al Coordinador de Electrónica la decisión de visita e indicar las especificaciones que se deben cumplir.
2. Revisar el Plan de Logística de la Visita y dar feedback presencial al Coordinador de Electrónica.
3. Aprobar el Plan de Logística de la Visita digitalmente y enviar mail al Director para que realice lo mismo.

Responsable: Coordinador de Electrónica

1. Elaborar el Plan de Logística de la Visita, que define la planificación del trabajo y del viaje, los materiales y equipos que se necesitarán para su cumplimiento, y el personal que realizará la visita (uno de ellos Jefe de Viaje). El detalle de esto se realiza en una planilla generada en la Intranet que posteriormente servirá para hacer un check-up de los materiales que se llevan a terreno. Además se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:
 - a. Viajes sobre 500 km. desde Santiago se realizan en avión y posterior arriendo de camioneta, a excepción de las regiones sur desde la X Región hacia el norte (debido a que resulta más conveniente por un tema de transporte de equipos versus el traslado de avión, teniendo también en cuenta que la Ruta 5 es más amigable hacia el sur que en las regiones I, II y III en donde existen largas cuestas y caminos en mal estado).
 - b. Viajes desde la III Región hacia el norte y desde la XI Región hacia el sur deberán contar con un personal de 3 personas (debido a la necesidad de un copiloto despierto mientras el tercero descansa, en caminos largos y monótonos).
 - c. Política pública de viáticos: los trabajadores reciben cada uno \$35.700 diarios para su uso en alojamiento y comida dentro de los primeros 10 días de terreno. Para los días 11 y 12 el viático es al 50%, y del día 13 en adelante es al 40%.
 - d. En caso de que el Plan de Logística aprobado indicase que el monto de viáticos no es suficiente, se establecerá un fondo equivalente a aquella diferencia, asociado a gastos operacionales, a disposición de los funcionarios
 - e. El Plan de Logística debe realizarse al menos una semana antes del viaje.
2. Enviar mail al Director de Operaciones para la evaluación del Plan de Logística.
3. Dar aviso presencial al Jefe de Viaje para autorizar el subproceso de Pre-Visita.

Responsable: Jefe de Viaje (Electrónica)

4. El día hábil anterior al viaje comienza un subproceso de Pre-Visita.
 - a. Hacer un check-up procurando que todos los elementos y recursos necesarios para la/s visita/s estén disponibles. Esto se realiza revisando la planilla de Logística dispuesta en la Intranet y completándola satisfactoriamente. Todo debe estar en orden para realizar el viaje, en caso contrario debe reiniciarse el proceso porque los permisos administrativos quedarían inválidos.
 - b. La mañana previa al viaje, se retiran los fondos que fueron aprobados para la visita a terreno en Administración.
5. Se realiza la visita según el tiempo programado y se realiza el trabajo predispuesto, con todo el componente técnico que esto supone. Se procura

llevar un registro físico de todos los gastos del viaje, guardando todas las boletas y facturas.

6. Al día hábil siguiente del viaje, el Jefe de Viaje realiza la rendición correspondiente a la Administración y considera todos los gastos realizados en el viaje, exceptuando aquellos personales y opcionales. Para esto el funcionario ingresa una planilla digital con los gastos, montos y n° de boleta.

Responsable: Jefe Administrativo

1. Avisar al encargado o dueño del lugar de la estación sobre la visita.
2. Dar a aviso presencial al Jefe de Bodega para que revise en Bodega si los materiales y equipos necesarios para la visita, detallados en el Plan, se encuentran a disposición. Este responde presencialmente con un informe físico.
3. En caso que se requiera la adquisición de nuevos materiales y equipos, estos se adquieren según lo estipulado en el Proceso de Adquisición y Licitación (detallado más adelante). Este proceso se realiza de tal modo que los materiales estén disponibles previos al viaje. Considera también la compra de pasajes de avión, traslado de equipos, y arriendo de camioneta, si así lo estipulase el Plan de Logística aprobado.
4. Se gestionan los permisos administrativos para los funcionarios que realizarán la/s visita/s según el Proceso de Gestión de Permisos. Se da aviso vía mail al Coordinador de Electrónica una vez que se complete el proceso.
5. Aprobar y registrar la rendición del viaje.

Consideraciones:

1. Se debe contar con el personal disponible para el viaje, de al menos tres técnicos.
2. Es necesario que el CSN cuente con al menos dos camionetas de su propiedad.
3. Se debe contar con una bodega ordenada donde todo esté inventariado y actualizado.
4. Se debe desarrollar un estándar de seguridad que considere los uniformes y elementos mínimos según el tipo de visita que los funcionarios deban utilizar.

10.2.1.4. Proceso de Monitoreo de Estaciones

Área responsable: Electrónica.

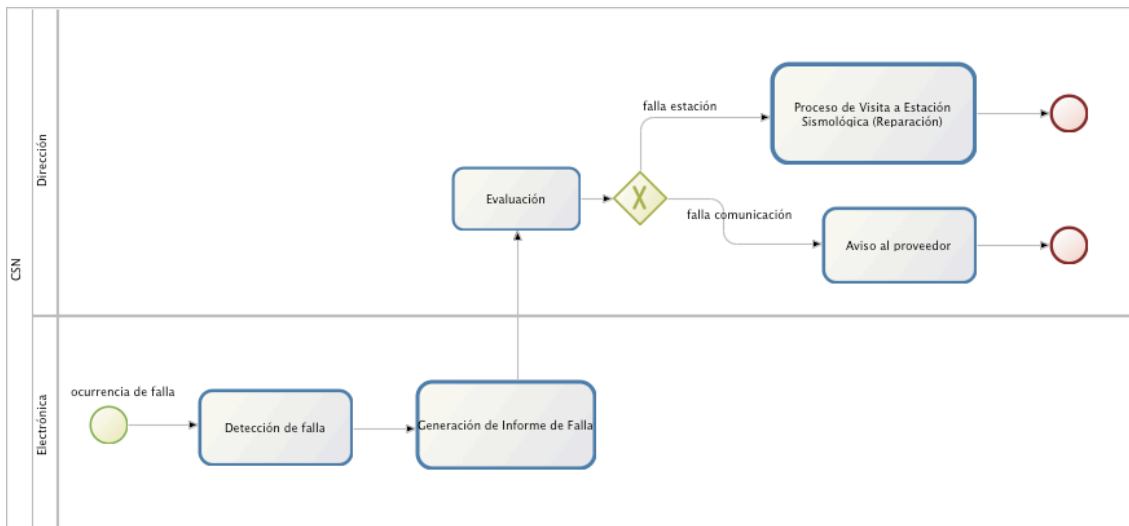
El monitoreo de las estaciones debiese realizarse diariamente por un técnico que posea los conocimientos necesarios. Se contempla un monitoreo sustantivo que considere no solo el registro continuo de la señal sino también la salud de la estación (el correcto desempeño de los equipos sísmicos). Esto se puede realizar instalando el software Antelope para las estaciones (también es un software de adquisición de datos, pero es preferente trabajar con Seiscomp y dejar este solo para monitoreo de salud de estación por razones de dualidad de adquisición).

Será necesario crear u obtener los parámetros que visen el estándar de correcto estado de las estaciones. Además se debe monitorear la salud de las comunicaciones instaladas en las estaciones (algo que no se posee hasta ahora). Para esto es necesario que la licitación de las comunicaciones, que por lo demás debe ser robusta y de alta disponibilidad, venga con un sistema incorporado de monitoreo que asegure una rápida respuesta de reparación (recordando que la mantención y reparación de estaciones la realiza el proveedor). Esto es posible y existen proveedores de tal servicio integrado.

Se precisa la necesidad de crear un registro con una planilla generada en la Intranet, que se complete diariamente por el Técnico de Monitoreo donde se indique el estado de las señales de las estaciones y los parámetros de salud. Se sugiere que se realice este registro dos veces al día, al llegar en la mañana y antes de irse en el horario de trabajo.

A continuación se detalla el proceso que existe cuando el monitoreo acusa deficiencia en alguna estación.

Tabla 11. Proceso de Monitoreo de Estaciones.



Procedimientos:

Responsable: Técnico de Monitoreo

1. Detección de la falla de la estación, mediante el sistema de monitoreo.
2. Dar aviso presencial al Coordinador de Electrónica y telefónico al Director de Operaciones.
3. Elaborar un Informe de Falla en la Intranet, que cuenta con los datos básicos de la estación, tiempo de detección de la falla, y un informe técnico de la falla y las posibles razones.
4. Informar vía mail al Coordinador de Electrónica y al Director de Operaciones la disponibilidad del Informe de Falla en la Intranet.

Responsable: Coordinador de Electrónica

1. Evaluar el Informe de Falla y dar feedback técnico presencial al Director de Operaciones buscando posibles soluciones.

Responsable: Director de Operaciones

1. Evaluar el Informe de Falla y junto con la apreciación del Coordinador de Electrónica evaluar si es una falla que amerita visitar la estación.
2. En caso que la falla sea de comunicación y responsabilidad del proveedor de esta, da aviso telefónico y vía mail al proveedor indicando la falla con informe técnico endosado. En caso distinto da aviso presencial al Director y se da comienzo al Proceso de Visita a Estación Sismológica para reparación.

Consideraciones:

1. Es necesario que todas las estaciones estén siendo monitoreadas bajo un sistema robusto de monitoreo, donde se sugiere Antelope.
2. Se debe contar con una base de datos robusta y actualizada del estado de todas las estaciones, los componentes que posee y estándares según los que fue instalada.

10.2.1.5. Proceso de Gestión de Permisos

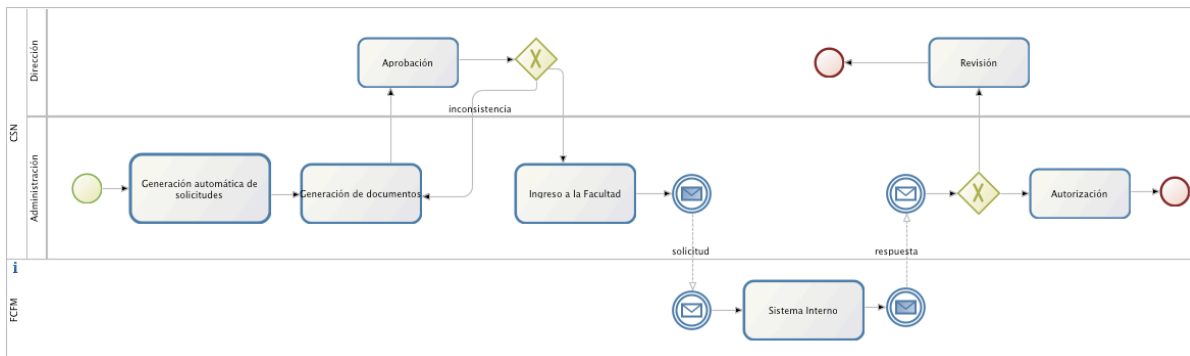
Área responsable: Administración.

Este proceso tiene como fin obtener los permisos necesarios para que los funcionarios que deban realizar el Proceso de Visita a Estación Sismológica, estén autorizados tanto por el CSN como por la Facultad (representante legal de la Universidad de Chile) para:

- Utilización vehículos del CSN
- Obtención de cometidos (correspondiente a los fondos para viáticos)
- Recepción de fondos (correspondiente a fondos para bencina, peaje y otros)

Participan de este proceso la Dirección, Administración y la administración de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Tabla 12. Proceso de Gestión de Permisos.



Procedimientos:

Responsable: Jefe Administrativo

1. Para realizar este proceso es necesario que haya sido aprobado el Plan de Logística. Luego automáticamente la planilla correspondiente vía Intranet genera las solicitudes que llegan al Jefe Administrativo.
2. Administración genera vía Intranet un documento distinto dependiendo de lo que se solicite:
 - a. Vehículo dentro de la RM: “Solicitud de Vehículo”. Debe especificar fechas, destinos, objetivos, chofer, encargado de salida.
 - b. Vehículo fuera de la RM: Igual al anterior, pero adicionalmente una vez que se tenga la aprobación correspondiente dentro del CSN, Administración debe generar el documento “Permiso de Circulación Vehículos Universitarios” que requiere firma física del Director, Jefe de Planta Física y Director Económico Administrativo (estos dos últimos correspondientes al Sistema Interno de la Facultad).
 - c. Cometido: “Planilla Control de Cometidos Funcionarios Año 20XX”. En él cada funcionario indica los destinos, fechas, objetivos, pasajes (en caso de avión), y encargado de visita. Posterior a la aprobación interna, Administración lo ingresa digitalmente al Sistema Interno de la Facultad.
 - d. Fondo a rendir: “Solicitud de Fondo – Salida a Terreno”. Especifica motivo, monto, y los detalles del viaje anteriormente descritos. Sigue el mismo proceso de ingreso digital al Sistema Interno de la Facultad.
3. Se envía un mail al Director, Director de Operaciones y Coordinador del área solicitante, pidiendo aprobar los permisos y solicitudes generadas.
4. En el caso de la solicitud de “Vehículo fuera de la RM” Administración consigue la firma física del Director del CSN.
5. Realizar el ingreso de la documentación para la aprobación de la Facultad. Esto se realiza a lo sumo una semana antes del viaje, para evitar que la tramitación incida negativamente en el Plan de Viaje.
 - a. Vehículo dentro de la RM: se exime de la aprobación de la Facultad.
 - b. Vehículo fuera de la RM: requiere firma física del Jefe de Planta Física y Director Económico Administrativo que la Administración del CSN debe conseguir.

- c. Cometido: se ingresa digitalmente al Sistema Interno de la Facultad con el número de folio correspondiente.
 - d. Fondo a rendir: ídem a Cometido.
6. Recibir las respuestas de la Facultad a las solicitudes, esto significa físicamente retirar los documentos y recibir los mails, en caso que existan, con las observaciones correspondientes. Comunicar estas al Director de Operaciones y al Coordinador del área solicitante vía mail.
 7. El día del viaje, la Administración recepciona los fondos solicitados al Jefe de Viaje. La recepción de estos se debe ingresar al sistema de Intranet.

Responsable: Director de Operaciones

1. Aprobar digitalmente los permisos y solicitudes generadas.
2. Una vez recibida la información de la Facultad, revisar las observaciones en el caso que la respuesta a las solicitudes sea negativa. Esto finalmente incide en la gestión de un nuevo Plan de Logística de Visita.

Responsable: Director

1. Los permisos y solicitudes generadas según los estándares del CSN y los exigidos por la Facultad pasan por una última aprobación digital del Director, Director de Operaciones y Coordinador del área. Esto solo busca evitar inconsistencias previas al exigente Sistema Interno de la Facultad.
2. Firmar la solicitud de “Vehículo fuera de la RM”, si es el caso.

Responsable: Facultad

1. Procesar las solicitudes, y posteriormente remitir las respuestas a Administración (incluye toda la documentación solicitada y cheques en el caso de fondos o cometidos, si fueron aprobadas).

Consideraciones:

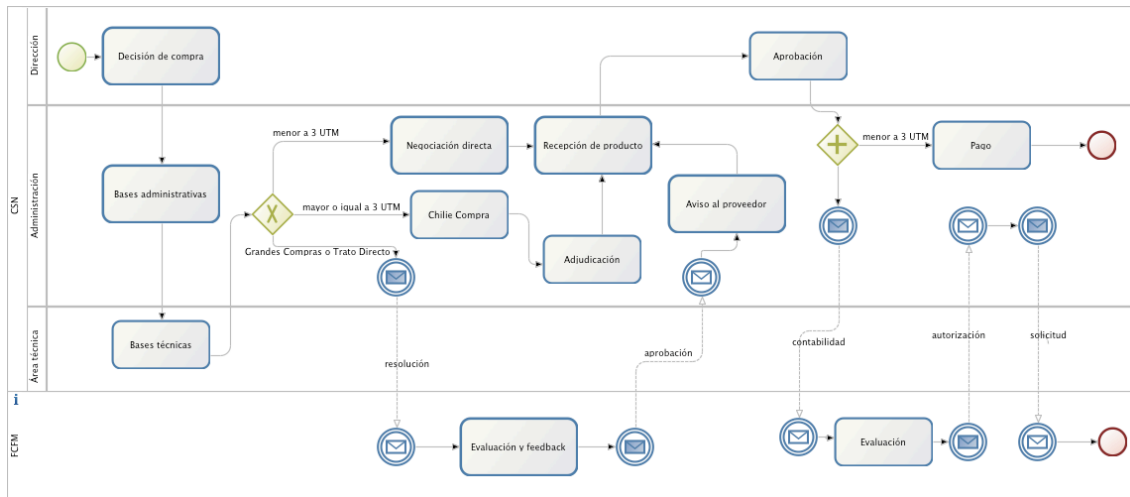
1. Se requiere un equipo administrativo que conste de un Jefe Administrativo y un secretario/a que permita el trabajo tanto en el Centro como apoyo y traslado dentro de la Facultad.
2. Se sugiere que los permisos por concepto de vehículos sean tramitados una vez al mes y válidos por todo este período para evitar tener que realizar la gestión por cada salida, sobre todo cuando se realizan muchas pequeñas salidas en el mes.
3. El Sistema Interno de la Facultad se preocupa de la gestión de los permisos y los fondos. Es una fase obligatoria en la que poco se pueden afectar sus procesos. Se sugiere que exista una reunión formal del Directorio General del CSN con el Decanato para la emisión de un estatuto que privilegie la tramitación de documentos del CSN por el carácter urgente de sus labores según el Convenio firmado por el mismo Decano de la Facultad.

10.2.1.6. Proceso de Adquisición y Licitación

Área responsable: Administración.

Este proceso tiene como fin la compra de equipos y materiales, además de cualquier servicio externo. Al desenvolverse el Centro en el sistema público, se debe regir por las políticas de licitación correspondientes y que considera cualquier gasto sobre un determinado monto. Es por esto que las tareas de adquisición y licitación se pueden modelar dentro de un mismo proceso coherente. Participan de este la Dirección, Administración y la Facultad.

Tabla 13. Proceso de Adquisición y Licitación.



Procedimientos:

Responsable: Director

1. La Dirección toma la decisión de compra impulsada por alguna necesidad de las áreas del centro o de la red sismológica. Esto puede ser de cualquier índole, incluyendo licitaciones de comunicaciones, servicios de consultoría externa, compra de equipos y materiales, pasajes de avión, arriendos de camionetas, etc. Esta decisión la comunica vía mail al Jefe Administrativo y Coordinador del área técnica calificada.

Responsable: Jefe Administrativo

1. Recoger la petición y elaborar las bases administrativas bajo las que se debe adquirir el servicio o producto, procurando regirse por la legalidad del sistema público e interno de la Universidad. Esto se realiza vía Intranet según el formulario correspondiente.
2. Se recogen las bases finales desde la Intranet y se aúnan en un único documento digital. Dependiendo del monto de la transacción, el proceso sigue diferentes caminos.
 - a. Menor a 3 U.T.M.: se realiza una negociación directa con el o los proveedores. Se acuerdan fechas y forma de pago.

- b. Entre 3 y 1.000 U.T.M.. Existe licitación:
 - i. Se ingresan las bases en el portal web Chile Compra, procurando la especificidad de lo que se solicita, se crea la licitación y se publica.
 - ii. Los oferentes acceden a la licitación en el portal web Mercado Público e ingresan los antecedentes solicitados según fechas determinadas en las bases.
 - iii. Las ofertas son evaluadas por Administración y la Dirección, hasta que se adjudica la licitación, según los tiempos establecidos.
 - iv. Chile Compra emite automáticamente la orden de compra al oferente ganador.
 - c. Mayor o igual a 1.000 U.T.M. (Grandes Compras):
 - i. Se elabora el documento “Resolución” que debe ser enviado físicamente al Abogado de Planta de la Facultad. Este documento cuenta con la legalidad correspondiente, el motivo de compra y las conclusiones del caso. Adicionalmente se adjuntan las bases de la licitación elaborada y las cotizaciones de los oferentes.
 - ii. La información pasa por la evaluación y aprobación del Abogado de Planta. En caso contrario éste envía la información del por qué de la negativa, volviendo a generar el proceso de elaboración de las bases y/o Resolución.
 - iii. La información sigue el mismo procedimiento anterior hasta pasar por la aprobación del Director Económico, Vicedecano y Decano (todos ellos pertenecientes a la Facultad).
 - iv. El subproceso de la Facultad termina cuando el Decano firma una carta formal con la autorización, que es retirada físicamente hasta las dependencias del CSN.
 - v. La Administración del Centro da aviso al proveedor (mail y teléfono), acordando fechas y pagos.
 - d. Trato Directo. Es la modalidad adoptada cuando existe un único proveedor que cuenta con el producto o servicio que se requiere. En este caso los procedimientos son iguales al caso de Grandes Compras, pero adicionalmente se adjunta un documento que respalda la categoría de “Proveedor Único” del oferente.
3. Se produce la recepción del producto y la factura correspondiente según lo pactado. Se da aviso presencial al Coordinador o Jefe del área solicitante, y al Director de Operaciones para que den el visto bueno.
 4. Se da aviso presencial al Encargado de Bodega para el traslado del equipo, en caso de serlo.
 5. Se produce el subproceso de pago, que es dependiente del subproceso anterior.
 - a. Menor a 3 U.T.M.: el Jefe Administrativo emite el pago vía cheque o Vale Vista con las platas del Fondo Fijo del CSN.
 - b. Resto:
 - i. Se hace ingreso de la factura al sistema computacional interno de contabilidad de la Facultad.

- ii. Tesorería (FCFM) autoriza el pago vía el mismo sistema interno.
- iii. Se elabora y envía el formulario “Solicitud de Pago” a Tesorería, indicando fecha y forma de pago. Además se hace ingreso de la factura a la contabilidad del CSN en la Intranet.
- iv. Tesorería emite orden de pago y la hace llegar directamente al proveedor.

Responsable: Coordinador del área técnica calificada

1. El área técnica calificada dentro del CSN realiza la evaluación técnica del producto o servicio con el que se desea contar, formulando las bases (en el formulario correspondiente en la Intranet) para la adquisición. Para esto, el área realiza la cotización con los diferentes proveedores y analiza las especificaciones.
2. Luego de finalizar la formulación de bases técnicas, se envía un mail al Jefe Administrativo indicando esto para que continúe con el proceso.

Responsable: Encargado de Bodega

1. Trasladar el equipo a la bodega o al lugar correspondiente dentro del CSN, si aplica.

Consideraciones:

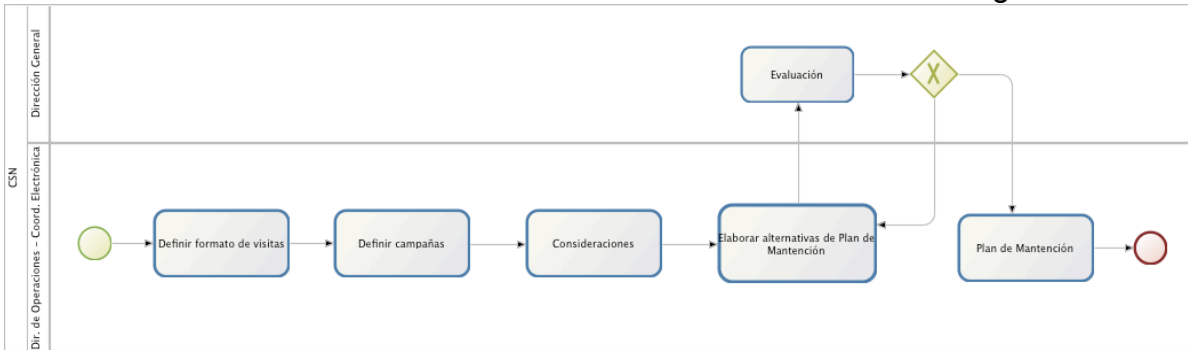
1. Se requiere el trabajo de un abogado que ayude a la elaboración de las bases administrativas de licitaciones, sobre todo cuando se trata de adquisiciones que pasan por Resolución en la Facultad.
2. Se requiere al menos dos personas que cuente con un “Perfil Supervisor” en el portal web de licitación pública Chile Compra, que permite crear, editar, publicar y adjudicar procesos de compra.
3. Debe existir un Fondo Fijo suficiente para las necesidades inmediatas del Centro según lo permitido legalmente.
4. Se sugiere contratar consultoría externa en casos de grandes licitaciones que involucren un cambio significativo en la operatividad del CSN, o en casos que internamente no exista la opinión experta.

10.2.1.7. Proceso de Planificación de Visita a las Estaciones Sismológicas

Área responsable: Dirección.

Este proceso se realiza una vez al año y considera la mantención de todas las estaciones de la red sismológica, asegurando el cumplimiento de una nueva política de mantención. Este plan es la base del trabajo que se realizará en el área de Electrónica, y su elaboración debe ser un trabajo conjunto entre la Dirección y Electrónica, en particular por el Director de Operaciones a cargo y el Coordinador de Electrónica.

Tabla 14. Proceso de Planificación de Visita a las Estaciones Sismológicas.



Procedimientos:

Responsable: Director de Operaciones y Coordinador de Electrónica

1. Definir el formato de las visitas, es decir cómo se va a abarcar temporalmente, cuántas veces se visitará cada estación, entre otras bases y en definitiva cómo se abarcará la Planificación.
2. Definir las campañas, es decir la agrupación de las estaciones en los distintos viajes. Estas pueden ser por ubicación, importancia relativa, dueño (recordar que el CSN administrará también estaciones de ONEMI), etc.
1. Formular las consideraciones que deberán tenerse para la elaboración del Plan:
 - a. Estaciones: el Plan de Mantenimiento debe contener a todas las estaciones de la red sismológica involucrada, exceptuando a aquellas que son mantenidas por organismos externos, pero interactuando con ellos para asegurarse que estas también sean mantenidas periódicamente.
 - b. Fechas:
 - i. evitar incluir feriados en los días de campaña
 - ii. vacaciones preferentemente en febrero
 - iii. no viajar los lunes y dejar este día para la preparación del viaje
 - iv. flexibilidad, por ejemplo considerar días extras en caso de imponderables como por ejemplo quedarse encerrado en algún lugar (frecuente en la Carretera Austral)
 - c. Clima:
 - i. la zona austral debe ser recorrida en verano para evitar nevadas que retrasan los traslados
 - ii. la zona norte debe realizarse ojalá en invierno para evitar las altas temperaturas
 - d. Rutas
 - i. rutas, tiempos de viaje y distancias
 - ii. bencina y peajes
 - iii. transbordadores
 - iv. contactos con la Armada y el Ejército (para accesos a ciertas estaciones que se encuentran en dependencias militares)
 - b. Consideraciones de viaje (ver Proceso de Visita a Estación Sismológica)
 - e. Gestión de Permisos

- f. Adquisiciones
 - g. Otros gastos
3. Elaborar las alternativas a considerarse como Plan de Mantenición.
 4. Presentar en una disertación las alternativas a la Dirección General.

Responsable: Director

5. La Dirección General (Director y Subdirector) evalúa las alternativas y aprueba o desaprueba teniendo en cuenta las observaciones de sus creadores. Se produce un feedback entre los participantes.
6. Determinar el Plan de Mantenición.

Consideraciones:

1. A fin de realizar el Plan es necesario contar con una base de datos completa y robusta de las estaciones existentes en la red, su instrumental, ubicación, estado, y contactos relevantes, que sea única dentro del CSN e incorporada a la Intranet.
2. Este proceso debe realizarse preferentemente en el mes de diciembre permitiendo la planificación de todo el siguiente año, desde enero a diciembre.
3. Resulta conveniente basar las próximas planificaciones en los Planes elaborados anteriormente, partiendo por aquél elaborado a principios del año 2013.
4. Se sugiere que el formato de las visitas sea de campañas mensuales, es decir que cada campaña (que involucra un viaje y varias estaciones) esté contenida en un mes (esto no quiere decir que el viaje se realice durante todo el mes).
5. Se sugiere que las campañas agrupen estaciones que se encuentren dentro de una misma región geográfica, lo que permite abaratar costos de traslado y tiempos.
6. Se sugiere elaborar al menos 2 o 3 alternativas de Plan que consideren la realización de campañas en distintos meses permitiendo una mayor flexibilidad, sobre todo considerando los cambios meteorológicos de ciertas regiones que puedan privar el acceso y/o trabajo.

10.2.2. Procesos No Críticos.

A continuación se exponen las tareas y procesos restantes dentro del análisis, considerados de menor grado crítico en la operación. Esto no los hace prescindibles, de hecho deben ser parte fundamental en el funcionamiento del Centro Sismológico. Se presentan en un menor detalle que los anteriores, poniendo énfasis en aquellos procesos en que la perspectiva de la ingeniería industrial puede hacer un aporte de diseño de procesos significativo, y realizando observaciones que incidan en el cumplimiento de los estándares que se buscan. Aquellas tareas relacionadas con el desarrollo investigativo y computacional, gestión, y oficina se abarcan más ligeramente.

10.2.2.1. Proceso de Soporte de Servidores

Área responsable: Tecnologías de la Información.

El fin de este proceso es el de mantener los servidores operativos todo el tiempo. Los servidores deben alojarse en las dependencias del CSN (como ya ocurre con la mayoría), ya que es ahí donde se asegura la conectividad total y operatividad energética para todo el Centro. Para esto es necesario definir los equipos en los que operarán procesos de Misión Crítica, que son vitales, no se pueden caer en ninguna eventualidad y deberán tener Alta Disponibilidad. Esto implica contratar servicios Pro Support y 24x7, que generalmente vienen incorporados en el total de compra dado lo costoso de la tecnología. La ventaja de contratar adicionalmente estos servicios es que nadie externo puede realizar el trabajo mejor que el mismo proveedor. Adicionalmente es necesario que estos equipos estén en un Data Center en el Centro que se rija bajo todas las condiciones ambientales y de seguridad que requieran estos equipos.

El proceso de mantención es simple, aunque los procedimientos técnicos involucrados en la reparación, actualización, cambios, etc. puede llegar a ser complejo. El proveedor se comunica telefónicamente o vía mail con el Director de Operaciones y acuerdan la visita de mantención. Este servicio se paga cuando se adquieren los equipos, y dura lo determinado en el contrato, por lo que no hay nuevas facturas involucradas. En el caso de falla a cualquier hora, corre el servicio 24x7 que opera de la misma manera, donde el proveedor debe cumplir con arreglar el desperfecto en un tiempo máximo que se fija también inicialmente en el contrato. Este tiempo debe ser determinado por las autoridades del Centro en conjunto con el encargado de TI.

10.2.2.2. Proceso de Soporte de Base de Datos

Área responsable: Tecnologías de la Información.

El fin de este proceso es el de asegurar el correcto almacenamiento de todos los datos y su disponibilidad. Debe existir un ingeniero informático que administre la base de datos. Se sugiere la realización diaria de un respaldo en línea de los datos, y que además se elabore un plan de contingencia en caso de un evento de alto impacto negativo.

Los datos debieran aunarse en una base de datos conectada a través de la Intranet, de manera que todos los datos (partiendo por los registros sísmicos, contabilidad, inventario, etc.) estén debidamente ordenados y disponibles en el sistema.

El soporte de hardware se externaliza del mismo modo que el soporte de servidores.

10.2.2.3. Desarrollo y Soporte de Programas de Procesamiento de Data Sísmica

Área responsable: Tecnologías de la Información.

Se debe tener una persona encargada de optimizar la red interna, desde la adquisición de datos hasta el trabajo de análisis y almacenamiento de datos, procurando mejorar la interfaz interna e interfaz con los usuarios.

10.2.2.4. Desarrollo y mantención de Programas de Comunicación Interna

Área responsable: Tecnologías de la Información.

Para la correcta coordinación dentro del CSN se sugiere disponer de una Intranet que posea toda la información tanto de los trabajos realizados como de la información de data sísmica registrada. La idea es evitar el papeleo y digitalizar cualquier orden de trabajo, permisos, licitación o compra de manera que esta sea una base de datos consolidada y a la vez un instrumento útil de generación de documentos y automatización de procesos. Se sugiere la incorporación de un mail único para cada funcionario del CSN al que se pueda acceder desde la Intranet e Internet externa (algo del tipo xxx@csn.cl o xxx@csn.uchile.cl)

10.2.2.5. Desarrollo y mantención de Sitio Web

Área responsable: Tecnologías de la Información.

Se desea que exista un desarrollo continuo que haga más amigable y completo el sitio web del CSN. Para esto es necesario que existan personas al interior de esta área con conocimiento en diseño y programación web, y que den las facilidades a las personas del área de Investigación para el desarrollo web de mapas sísmicos y otros estudios sísmicos relevantes.

Además el sitio web debe exponer claramente:

- Data histórica de sismicidad en Chile
- Actualización constante de los últimos sismos sensibles
- Descripción del Centro Sismológico Nacional

10.2.2.6. Proceso de Bodegaje

Área responsable: Administración.

Debe existir un Encargado de Bodega que ordene y lleve el inventariado de la bodega. La bodega contiene todos los equipos y materiales que no están siendo

usados por el Centro ni por la red sísmológica. El bodeguero lleva el registro de todo el contenido de la bodega en la Intranet. Todas las entradas (adquisiciones que dan a la bodega) y salidas (retiros o desechos) se registran en el portal de Intranet en el mismo día que ocurren, y es su responsabilidad administrar las entregas o salidas. Las autorizaciones para realizar los retiros vienen justificadas en el Plan de Logística respectivo que pasa como ya se ha mencionado por la aprobación digital de los Directores, o por una autorización digital generada en la Intranet por parte del Director de Operaciones en caso que sea un retiro puntual.

10.2.2.7. Contabilidad y Finanzas

Área responsable: Administración.

Se sugiere desarrollar un sistema interno de contabilidad que pertenezca a la Intranet, en donde se registren todas las transacciones. Adicionalmente se podrían incorporar softwares de contabilidad al sistema que contasen con herramientas que facilitaran el análisis financiero desde un punto de vista estratégico, para las reuniones mensuales de Directorio. Se debe trabajar en la incorporación de herramientas de control de gestión que favorezcan este trabajo sobretodo en el análisis del presupuesto.

En este sentido al contar con un presupuesto mucho mayor al de antes, se debe contar con una planificación robusta del gasto de las platas (trabajo de la Dirección y el Jefe Administrativo) que debe estar debidamente registrado en el sistema.

10.2.2.8. Servicios y Gastos de Oficina

Área responsable: Administración.

Gestionados por el personal de Administración a cargo del Jefe Administrativo.

10.2.2.9. Contrataciones

Área responsable: Administración.

Se hace necesario definir los cargos dentro del CSN y con esto definir el perfil para cada uno de ellos, lo que facilitaría la elección de las nuevas contrataciones y actuaría favorablemente para el desempeño del trabajo. Esta definición debieran realizarla el Director de Operaciones para las tres áreas operativas (Electrónica, Análisis y TI), y los encargados de las áreas de Investigación y Administración para cada una de sus áreas. De esta manera el proceso de reclutamiento queda completamente a cargo del área administrativa, y no interrumpe el trabajo de las otras áreas.

10.2.2.10. Gestión Estratégica

Área responsable: Dirección.

Se sugiere establecer Reuniones de Directorio mensuales en donde se evalúe la gestión y administración del CSN en el mes anterior, analizando desde un punto de vista estratégico con análisis financiero incluido, y donde además se trate el presupuesto particular del próximo mes. Este debe ser presidido por un Comité Director que cuente con la presencia de la Dirección General (Director y Subdirector), Directores de Operaciones, y Jefes de Administración e Investigación.

También se sugiere establecer reuniones trimestrales que cuenten con la participación de ONEMI y SHOA, en donde el CSN representado por su Dirección General exponga el trabajo hecho y el que se realizará a futuro. Esta instancia favorece la coordinación entre estos organismo, asegura una buena relación entre ellos que permita renovar y mejorar el Convenio expuesto, y además aporta a la transferencia tecnológica y de conocimiento para lidiar ante situaciones de alerta sísmica.

10.2.2.11. Coordinación de las Áreas

Área responsable: Dirección.

En este ámbito se sugiere establecer reuniones semanales que cuenten con la asistencia de todos los miembros del área de Dirección, contando con la Dirección General y los Directores o Jefes de cada área. En estas reuniones se tratará la contingencia operativa del CSN y se establecerán las tareas y objetivos semanales, a fin de coordinar el trabajo dentro del Centro.

10.2.2.12. Elaboración de Presupuesto

Área responsable: Dirección.

El presupuesto anual debiese ser elaborado en conjunto por los Directores o Jefes de cada gran área (Operaciones, que incluye tres, Administración e Investigación), además de un contador que los asesorara en la estructura. Luego se trata en Reunión de Directorio por el Comité Director, donde se defiende ante la Dirección General, compuesta por el Director y el Subdirector. Es de gran importancia que la Dirección comprenda el presupuesto, cómo se ha preparado, qué significa cada punto y por qué se justifica.

Se recomienda que se establezcan sistemas de control del presupuesto que velen por su cumplimiento, o flexibilidad en el caso que se decida hacer cambios. Para esto se debe contar con un Jefe Administrativo con conocimientos en la materia,

capaz de sugerir convenientemente a los Directores que poseen un carácter más científico.

10.2.2.13. Decisiones Estratégicas y Tácticas

Área responsable: Dirección.

Estas deben ser tomadas por los diferentes Directores y Jefes según el análisis hecho en las Reuniones de Directorio sugeridas, considerando la riqueza del intercambio de opiniones entre las áreas, y basándose en el foco estratégico del CSN. Algunas de las decisiones más tácticas se resolverán en las reuniones semanales en lo que a Coordinación de las Áreas se refiere.

10.2.2.14. Relaciones con Entidades de Alerta, Entidades Gubernamentales y Prensa

Área responsable: Dirección.

Las relaciones con ONEMI, SHOA, o cualquier agente del Gobierno y Estado, deben estar a cargo de la Dirección General. Tal como ocurre en los servicios sismológicos estudiados. Son el Director y el Subdirector las personas más idóneas para manejar las relaciones, ya que llevan todo el peso del Centro, son expertos en los fenómenos sísmicos involucrados y conocen los lineamientos del CSN. Se sugiere que en las reuniones que se tengan con estas entidades esté también presente el Director de Operaciones, que posibilite dar una mirada más ingenieril al asunto que se trate, proponiendo un lenguaje más favorable para el entendimiento de organismos que no poseen las habilidades técnicas para abordar los temas, o que posean otro tipo de intereses.

Para las relaciones con la prensa se deben establecer ciertas políticas que permitan delegar las entrevistas a otros sismólogos, en caso de entrevistas sobre el fenómeno sísmico, y asegurarse que esta persona tenga la información necesaria para abordar el tema. Todo esto en caso que los Directores no puedan acceder a entrevistas por razones operacionales del Centro. En caso de comunicados de prensa, estos deben ser realizados y firmados por el Director del CSN.

10.2.2.15. Coordinación Pedagógica

Área responsable: Investigación.

Esta tarea consiste en mantener las buenas relaciones entre el Departamento de Geofísica y la Universidad, y el Centro Sismológico, permitiendo a los interesados el acceso a la base de datos sísmicos para la docencia e investigación. Debe

existir una persona encargada de este ámbito que se preocupe de hacer llegar la información mediante los canales que corresponden sin alterar el ambiente operativo del CSN. Además esta tarea trae consigo la difusión al público general con el fin de aportar pedagógicamente al conocimiento de esta materia, por la naturaleza pública del financiamiento.

10.2.2.16. Relaciones con Instituciones Investigativas Externas

Área responsable: Investigación.

Así como la tarea anterior, esta consiste en mantener las relaciones y fomentar el intercambio científico y tecnológico con otras instituciones investigativas externas a la Universidad. Esto vale tanto dentro de Chile (otras universidades u organismos de estudio) como fuera (cientos de instituciones que están a por el estudio de la sismología). El Centro actualmente ya posee convenios con algunas de estas instituciones, lo que significa traspaso de conocimiento, de equipos, y en suma un avance para el mejor entendimiento y detección del fenómeno. Debiese haber una persona encargada de este tema, que puede ser la misma a cargo de la Coordinación Pedagógica, y por ende tomar el rol de Jefe de Investigación.

10.2.2.17. Desarrollo Investigativo en Peligro Sísmico y Evaluación de Riesgo

Área responsable: Investigación.

Se debe contar con el personal pertinente para el desarrollo investigativo en este ámbito, sismólogos, alumnos de postgrado, y doctorado. El foco de esta tarea es el de proveer al CSN una investigación acorde al desarrollo de la ciencia sismológica que posibilite optimizar los diagnósticos ante eventos sísmicos, proporcionar mejoras permanente del sistema de monitoreo, y proveer a las entidades de alerta, de Estado y privados las herramientas para el mejoramiento de la planificación urbana.

10.2.2.18. Desarrollo de Mapas Sísmicos para el Sitio Web

Área responsable: Investigación.

En la misma línea que la tarea anterior, este desarrollo sirve para entender mejor el fenómeno sísmico que en definitiva se traduce en una mejor alerta y una ayuda para SHOA y ONEMI al momento de tomar medidas. Se contemplan dentro de lo que se comprende como una información completa:

- Mapas de peligro
- Mapas de sismicidad histórica
- Mapa de aceleraciones

- Mapas de actividad reciente
- Tensores de momento (de gran utilidad para detección y comprensión de tsunamis)

10.3. Diseño de Cargos

Para facilitar el orden dentro de una organización es importante reconocer que los roles de las personas que ahí trabajan deben estar bien definidos. Hasta antes del Convenio, el Servicio Sismológico presentaba una estructura organizacional que establecía pocos límites entre un cargo y otro, permitiendo que las tareas muchas veces fueran realizadas por distintas personas que no eran las aptas para ese desarrollo y por ende existiera poca fluidez en el trabajo. Mediante este diseño y la incorporación de nuevas tareas se pretende darle solidez y orden al CSN en su estructura que optimice el desarrollo de los procesos y tareas. Es válido recordar que la definición de cargos está enmarcada en la operatividad de los procesos anteriormente descritos y que constituye una propuesta dentro de muchas otras que pudiesen generarse.

El diseño de los cargos se realizará a partir de los procesos y tareas definidos anteriormente. Este contará con una descripción por unidad organizacional, que cuente con los objetivos del cargo, sus funciones (tareas y responsabilidades), y sus requisitos o competencias necesarias, además de alguna otra especificación si viene al caso. Aptitudes psicológicas y sociales quedan pendientes para una próxima revisión. La relación entre los cargos se expondrá en la siguiente etapa de Estructura Organizacional. También, puede que varios cargos puedan ser cumplidos por una persona, si es que poseen los mismos requerimientos y no se topan en sus tareas (tal como ocurre en los servicios sismológicos de calidad mundial expuestos anteriormente), esto quedará para la siguiente fase.

10.3.1. Análisis

Tabla 15. Cargos del Área de Análisis.



10.3.1.1. Coordinador de Análisis

- **Objetivo**
Gestionar y coordinar el trabajo del área de Análisis de manera que cumpla satisfactoriamente con su rol de proveer los parámetros focales sísmicos oportunamente a los interesados.
- **Funciones**
 - Coordinar los turnos, nombrar Jefes de Turno y Analistas, y llevar registro.
 - Gestionar las adquisiciones de Análisis (equipos, muebles, etc.).
 - Velar por la operatividad del área y capturar sus necesidades.
 - Mantener y mejorar el espacio físico adecuado para el Proceso de Análisis y Publicación.
 - Ser el nexo entre la Dirección y el área de Análisis.
- **Requisitos**
 - Conocimientos en gestión y administración de personal.
 - Conocimientos en adquisición e integración de datos sísmicos.
 - Conocimientos sismológicos (mecanismo de un sismo, ondas sísmicas, escalas de sismicidad, tipos de magnitudes, espectro de frecuencias).
 - Lectura de señales sísmicas y trazas.
 - Conocimiento de las características generales de las estaciones sismológicas, ubicación, y geografía de Chile.
 - Manejo de programas de análisis sísmico Early Bird, Seisan y Fase W.
 - Manejo computacional de programas internos de análisis y publicación en el servidor.
 - Manejo de instrumentos de comunicación (teléfonos satelitales, fax, teléfonos de línea directa).
 - Manejo computacional de servidores.

10.3.1.2. Jefe de Turno

- **Objetivo**
Dirigir el Proceso de Análisis Sísmico y Publicación, y comunicar los resultados a las organizaciones de emergencia.
- **Funciones**
 - Coordinar y llevar registro del Proceso de Análisis Sísmico y Publicación.
 - Supervisar el trabajo de los Analistas.
 - Aunar información de los diferentes análisis sísmicos.
 - Comunicar a SHOA y ONEMI los resultados del análisis sísmico.
 - Comunicarse con el Sismólogo Analista.

- **Requisitos**
 - Conocimientos sismológicos de analista.
 - Lectura de señales sísmicas y trazas.
 - Conocimiento de las características generales de las estaciones sismológicas, ubicación, y geografía de Chile.
 - Manejo de programas de análisis sísmico Early Bird, Seisan y Fase W.
 - Manejo computacional de programas internos de análisis y publicación en el servidor.
 - Experiencia como Analista.
 - Manejo de instrumentos de comunicación (teléfonos satelitales, fax, teléfonos de línea directa).
 - Manejo computacional de servidores.

- **Otras especificaciones**
 - Debe haber 4 Jefes de Turno, cada uno a cargo de un turno según lo sugerido en el Proceso de Análisis y Publicación.

10.3.1.3. Analista

- **Objetivo**

Detectar todos los sismos significativos y realizar un análisis sísmico preciso de manera oportuna para obtener los parámetros focales involucrados.

- **Funciones**
 - Interpretar registro de señales sísmicas.
 - Detectar sismos de magnitud mayor o igual a 3.
 - Realizar análisis sísmico con los programas Early Bird, Seisan y Fase W.
 - Realizar análisis de perfil sísmico.
 - Interpretar coherencia en los resultados de los análisis.
 - Generar publicación preliminar y final (Boletín Sísmico).

- **Requisitos**
 - Conocimientos sismológicos (mecanismo de un sismo, ondas sísmicas, escalas de sismicidad, tipos de magnitudes, espectro de frecuencias).
 - Lectura de señales sísmicas y trazas.
 - Conocimiento de las características generales de las estaciones sismológicas, ubicación, y geografía de Chile.
 - Manejo de programas de análisis sísmico Early Bird, Seisan y Fase W.
 - Manejo computacional de programas internos de análisis y publicación en el servidor.

- **Otras especificaciones**
 - Es necesario que estas funciones se desarrollen 24x7, por lo que para cumplir con los turnos sugeridos en el Proceso de Análisis y Publicación, se requiere de 8 analistas.

10.3.1.4. Sismólogo Analista

- **Objetivo**
Proporcionar un análisis sismológico para sismos de gran magnitud orientado a la alerta.
- **Funciones**
 - Realizar un análisis sismológico preliminar preventivo y oportuno a partir del análisis preliminar de los analistas.
- **Requisitos**
 - Doctorado en Sismología.
- **Otras especificaciones**
 - Se sugieren turnos semanales, para esto deben estar disponibles los sismólogos que trabajan tanto en el Centro como los del DGF.

10.3.2. Electrónica

Tabla 16. Cargos del Área de Electrónica.



10.3.2.1. Coordinador de Electrónica

- **Objetivo**
 - Gestionar y coordinar el área de Electrónica de tal manera que la red de estaciones sismológicas esté en óptima operatividad.

- **Funciones**
 - Coordinar al personal del área.
 - Gestionar las adquisiciones del área.
 - Establecer bases técnicas de licitaciones y adquisiciones.
 - Elaborar Planes de Logística de Instalación y de Visita.
 - Establecer estándares de estación sismológica (tipo, construcción civil, alimentación energética, comunicaciones).
 - Ser el nexo entre la Dirección y Electrónica.

- **Requisitos**
 - Ingeniero Civil Eléctrico.
 - Conocimientos en gestión y administración de personal.
 - Conocimientos sismológicos (mecanismo de un sismo, ondas sísmicas, escalas de sismicidad, tipos de magnitudes, espectro de frecuencias).
 - Conocimientos en adquisición y transmisión de datos, y equipos correspondientes.
 - Conocimientos en baterías, sistemas energéticos relevantes para las estaciones, y equipos.
 - Conocimiento en equipos y softwares sísmicos.
 - Conocimientos en construcción civil.

10.3.2.2. Técnico Electrónico

- **Objetivo**
 - Instalar y mantener las estaciones sismológicas de la red del CSN.

- **Funciones**
 - Visitar las estaciones para realizarles inspección, mantención, reparación u obtención de datos.
 - Configurar equipos sísmicos.
 - Construir e instalar estaciones.
 - Cumplir con los Planes de Logística de Visita, realizando el proceso de Pre-Visita y rendición final.
 - Colaborar en la elaboración del Plan de Logística de Instalación y Visita.
 - Colaborar en las evaluaciones técnicas para adquisición, definición de estándares de estación y licitaciones.

- **Requisitos**
 - Técnico en comunicaciones y electrónica.
 - Conocimientos en adquisición y transmisión de datos, y equipos correspondientes.
 - Conocimiento en equipos y softwares sísmicos.
 - Conocimientos en construcción civil.
 - Licencia de conducir clase B y habilidad en manejo de camionetas.
 - Conocimientos sismológicos (mecanismo de un sismo, ondas sísmicas, escalas de sismicidad, tipos de magnitudes, espectro de frecuencias).

- **Otras especificaciones**
 - Se sugieren 8 Técnicos Electrónicos.

10.3.2.3. Técnico de Monitoreo

- **Objetivo**
 - Monitorear la red sismológica del CSN para prevenir y advertir fallas.

- **Funciones**
 - Monitorear todas las estaciones sismológicas de la red.
 - Establecer los parámetros de salud de cada estación considerando su totalidad, equipos sísmicos, sistema de energía, y comunicaciones.
 - Dar aviso al Director de Operaciones en caso de falla o necesidad de mantención.

- **Requisitos**
 - Técnico en comunicaciones y electrónica.
 - Conocimientos en adquisición y transmisión de datos, y equipos correspondientes.
 - Conocimientos en baterías y sistemas energéticos relevantes para las estaciones.
 - Conocimiento en equipos y softwares sísmicos.
 - Experticia en software Antelope.
 - Conocimientos sismológicos (mecanismo de un sismo, ondas sísmicas, escalas de sismicidad, tipos de magnitudes, espectro de frecuencias).
 - Experiencia como Técnico Electrónico.

10.3.3. Tecnologías de la Información

Tabla 17. Cargos del Área de Tecnologías de la Información.



10.3.3.1. Coordinador de TI

- **Objetivo**
Gestionar y coordinar el área de TI de manera que el Centro cuente con el desarrollo y soporte informático necesario para su funcionamiento.
- **Funciones**
 - Coordinar al personal del área.
 - Gestionar las adquisiciones del área.
 - Establecer bases técnicas de licitaciones y adquisiciones.
 - Ser el nexo entre la Dirección y el área.
 - Definir estándares de operación y operatividad de servidores.
 - Definir operatividad y seguridad del Data Center.
 - Estudiar factibilidad de incorporación de nuevas tecnologías de soportes en TI.
- **Requisitos**
 - Ingeniero Civil en Computación/Eléctrico.
 - Experticia en transmisión y adquisición de datos sísmicos.
 - Conocimientos en gestión y administración de personal.
 - Conocimientos sismológicos.
 - Conocimiento en equipos y softwares sísmicos.
 - Conocimientos en baterías, sistemas energéticos relevantes para las estaciones y el Centro.

10.3.3.2. Ingeniero de Software

- **Objetivos**
Desarrollar los programas y plataformas informáticas para el funcionamiento interno del Centro.
- **Funciones**
 - Desarrollar y optimizar el sistema de procesamiento de datos.
 - Integrar, almacenar y tratar la data sísmica.
 - Desarrollar y mantener la Intranet y sistemas internos de comunicación.
 - Desarrollar y mantener el sitio web del CSN.
 - Dar soporte computacional al desarrollo del área de Investigación.
- **Requisitos**
 - Ingeniero en Computación.
 - Experticia en adquisición de datos.
 - Experticia en desarrollo de softwares.
 - Conocimientos en desarrollo y diseño web.
 - Conocimientos en transmisión de datos sísmicos, y equipos sismológicos correspondientes.
 - Conocimiento en equipos y softwares sísmicos.
 - Conocimientos sismológicos.
- **Otras especificaciones**
 - Se requiere de 4 ingenieros para el desempeño de estas funciones para abarcar las 4 áreas principales de desarrollo (adquisición y procesamiento, Intranet, sitio web, y soporte a Investigación), todos con conocimientos cruzados que permitan apoyo mutuo.

10.3.3.3. Ingeniero en Base de Datos

- **Objetivo**
Gestionar y dar soporte a la base de datos del CSN de manera que esté siempre disponible y en óptimas condiciones.
- **Funciones**
 - Ser responsable de la integridad y disponibilidad de datos.
 - Ordenar, consolidar y respaldar los datos del Centro.
 - Diseñar la distribución de los datos y dar soluciones de almacenamiento.
 - Garantizar la seguridad de los datos, backups y elaborar planes de contingencia.
- **Requisitos**
 - Ingeniero Informático o en Computación.

- Experticia en BB.DD.

10.3.4. Administración

Tabla 18. Cargos del Área de Administración.



10.3.4.1. Jefe Administrativo

- **Objetivo**
Coordinar, supervisar y controlar la ejecución de procesos administrativos y financieros del CSN.
- **Funciones**
 - Administrar las finanzas del CSN y realizar análisis financiero.
 - Estudiar la incorporación de herramientas de control de gestión.
 - Llevar la negociación con proveedores de equipos y lugares para instalación.
 - Realizar planificación de gastos.
 - Velar por el mejoramiento continuo de los procesos administrativos.
 - Generar documentos administrativos.
 - Coordinar las tareas y el personal del área.
 - Gestionar las adquisiciones del área.
 - Establecer bases administrativas de licitaciones y adquisiciones.
 - Ser el nexo entre la Dirección y el área.
- **Requisitos**
 - Ingeniero Civil Industrial.
 - Experticia en administración y finanzas.
 - Conocimientos legales relevantes para el CSN.
 - Conocimientos y experiencia en administración pública.
 - Perfil “Supervisor” en Chile Compra.

10.3.4.2. Secretario

- **Objetivo**
Ejecutar procesos administrativos internos del CSN.
- **Funciones**
 - Generar bases finales para adquisiciones y licitaciones en Chile Compra.
 - Generar permisos administrativos y gestionarlos con la Facultad.
 - Generar otros documentos administrativos.
 - Conseguir firmas administrativas y realizar retiro de documentos.
 - Recepcionar adquisiciones.
 - Gestionar contrataciones.
 - Gestionar servicios y gastos de oficina.
- **Requisitos**
 - Secretario Ejecutivo.
 - Conocimientos en computación.
 - Conocimientos en RR.HH.
 - Perfil “Supervisor” en Chile Compra.

10.3.4.3. Contador

- **Objetivo**
Llevar la contabilidad del CSN.
- **Funciones**
 - Registrar los movimientos contables del CSN.
 - Realizar análisis financiero.
 - Realizar balance contable mensual.
 - Recepcionar rendiciones de los viajes.
- **Requisitos**
 - Contador auditor.
 - Conocimientos legales relevantes para el CSN.
 - Conocimientos y experiencia en administración pública.

10.3.4.4. Encargado de Bodega

- **Objetivo**
Llevar el inventario de la bodega del CSN y ser el encargado del flujo de equipos en bodega.

- **Funciones**
 - Recepcionar y trasladar equipos dentro del Centro.
 - Hacer entrega de equipos en bodega.
 - Llevar inventario de la bodega.
 - Ordenar y mantener limpia la bodega.
- **Requisitos**
 - Experiencia como bodeguero.
 - Conocimiento de equipos sismológicos.
 - Conocimientos computacionales correspondientes (Intranet).
 - Conocimientos en aseo y limpieza.
 - Conocimiento de procesos administrativos del CSN.

10.3.4.5. Abogado

- **Objetivos**
Asesorar y elaborar documentos legales relevantes para los procesos administrativos del CSN.
- **Funciones**
 - Asesorar en la elaboración de las bases legales y administrativas de licitaciones y convenios.
 - Asesorar legalmente al Centro cuando se requiera.
- **Requisitos**
 - Abogado.
 - Experticia en derecho tributario y económico.
 - Experticia legal en administración pública.
- **Otras especificaciones**
 - El cargo de abogado no se requiere a tiempo completo por lo que se sugiere un contrato de trabajo a medio tiempo según los requerimientos del Centro.

10.3.5. Dirección

Tabla 19. Cargos del Área de Dirección



10.3.5.1. Director

- **Objetivo**

Liderar y gestionar al CSN para el cumplimiento de sus objetivos estratégicos.
- **Funciones**
 - Coordinar la planificación estratégica y su implementación.
 - Establecer políticas y reglas.
 - Designar las jefaturas.
 - Planear y establecer metas a corto plazo.
 - Coordinar a las áreas.
 - Supervisar el cumplimiento de las funciones de las áreas y realizar evaluaciones periódicas.
 - Velar por el financiamiento del Centro
 - Aprobar el presupuesto y establecer sistemas de control.
 - Aprobar planes, medidas y solicitudes.
 - Representar al Centro ante las autoridades de la Universidad, las entidades de alerta y órganos estatales.
- **Requisitos**
 - Doctorado en Sismología.
 - Experticia en servicios sismológicos de alerta.
 - Estudios en gestión y administración de personal.
 - Estudios en gestión organizacional y finanzas.
 - Conocimientos en administración pública y legalidad.

10.3.5.2. Subdirector

- **Objetivo**
Apoyar la labor del Director y ofrecer una mirada estratégica alternativa.
- **Funciones**
 - Colaborar en la realización de la planificación estratégica.
 - Apoyar al Director en sus funciones.
 - Subrogar al Director.
- **Requisitos**
 - Doctorado en Sismología.
 - Experticia en servicios sismológicos de alerta.
 - Conocimientos en administración pública y legalidad.
- **Otras especificaciones**
 - Puede adicionalmente desenvolverse en otro cargo de dirección como ocurre en los servicios sismológicos estudiados.

10.3.5.3. Director de Operaciones

- **Objetivo**
Gestionar y coordinar a las áreas operativas de Electrónica, TI y Análisis.
- **Funciones**
 - Coordinar a las áreas operativas.
 - Realizar Plan de Mantenimiento de las estaciones.
 - Aprobar Planes de Logística.
 - Gestionar las ubicaciones para las estaciones sismológicas.
 - Ser el nexo entre el Director y las áreas operativas.
 - Gestionar grandes adquisiciones y mantenimiento de los equipos.
 - Asesorar a la Dirección.
- **Requisitos**
 - Ingeniero Civil.
 - Estudios en Sismología.
 - Estudios en gestión y administración de personal.
 - Estudios en gestión organizacional y finanzas.
 - Experticia en servicios sismológicos de alerta.
 - Conocimiento en equipos y softwares sísmicos.
 - Conocimientos en administración pública y legalidad.

10.3.6. Investigación

Tabla 20. Cargos del Área de Investigación.



10.3.6.1. Jefe de Investigación

- **Objetivo**
Coordinar las funciones del área de manera de desarrollar la investigación sísmológica.
- **Funciones**
 - Gestionar relaciones con instituciones investigativas en Chile y el mundo.
 - Gestionar relaciones con los departamentos y docentes de la Universidad en el ámbito de desarrollo investigativo.
 - Coordinar recepción de datos sísmicos a los interesados.
 - Coordinar el desarrollo investigativo dentro del Centro.
 - Coordinar el desarrollo de mapas sísmicos para el sitio web.
- **Requisitos**
 - Doctorado en Sismología.
 - Conocimientos en desarrollo web.
 - Conocimiento en equipos y softwares sísmicos.

10.3.6.2. Investigador

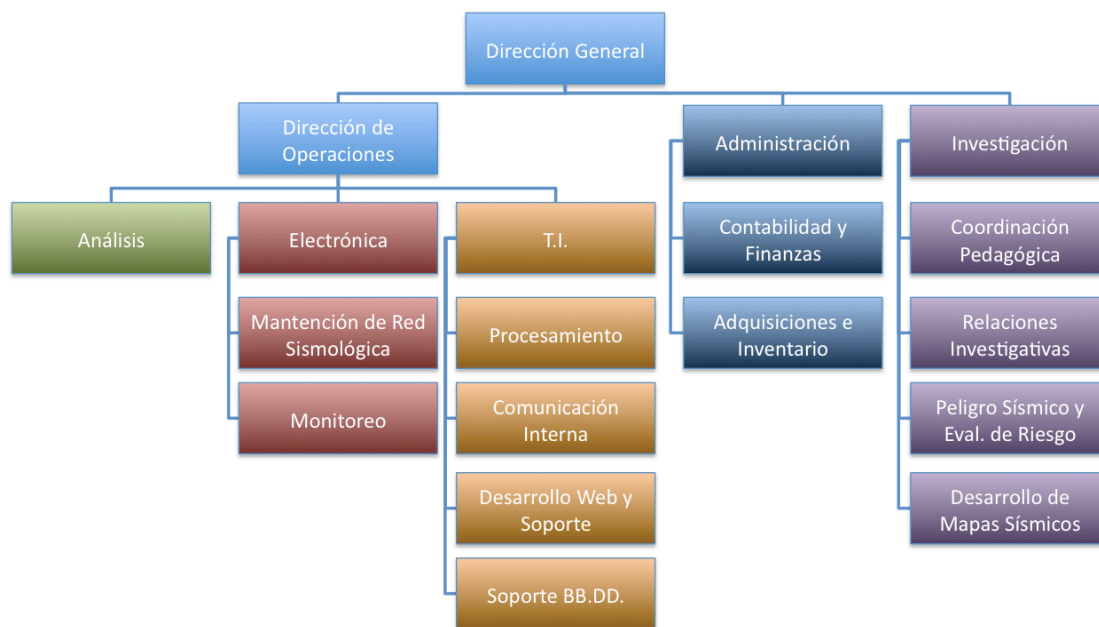
- **Objetivo**
Realizar desarrollo investigativo para un mejor entendimiento del problema sísmico en Chile.
- **Funciones**
 - Desarrollar investigación en Peligro Sísmico y Evaluación de Riesgo.

- Desarrollar Mapas Sísmicos.
- **Requisitos**
 - Sismólogo, alumno de doctorado o postgrado.
- **Otras especificaciones**
 - Se recomienda 8 investigadores o más, contando con mínimo 2 Doctores en Sismología que guíen la labor investigativa.

10.4. Estructura Organizacional

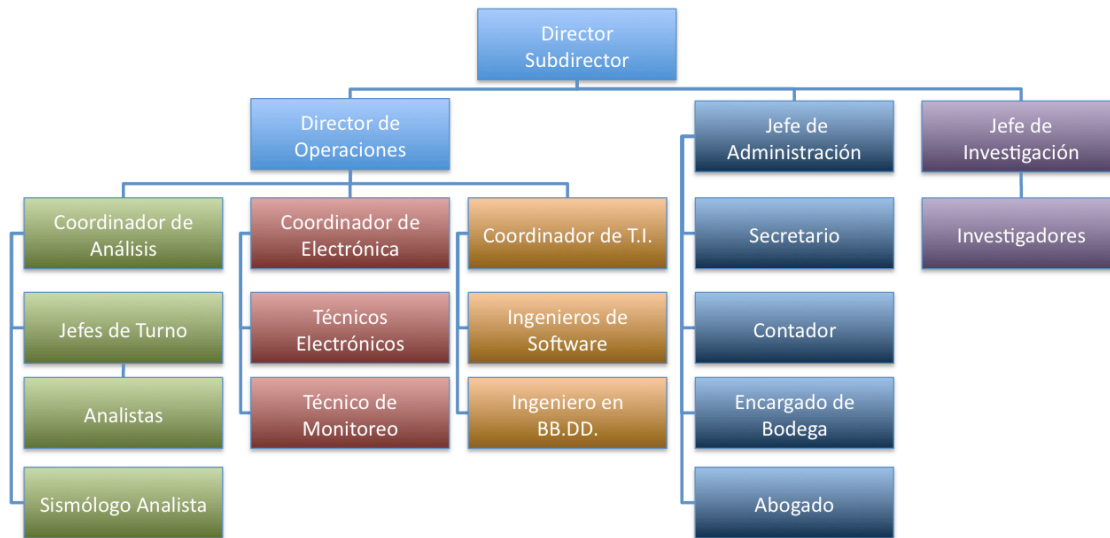
Luego de definir tareas, áreas, procesos y cargos que deben existir para un rediseño del Centro Sismológico Nacional, se pasa a una fase de cierre exponiendo la estructura formal del organismo (ver Tabla 21.) que se propone.

Tabla 21. Estructura Formal del CSN.



En la estructura se observan las relaciones jerárquicas entre las áreas y además se destaca la incorporación de divisiones dentro de algunas de ellas. Esto favorece el ordenamiento de las tareas al interior y la conformación de equipos para su proceder. A su vez, define el organigrama propuesto del Centro (Tabla 22.).

Tabla 22. Organigrama del CSN.



El organigrama expone las dependencias jerárquicas entre áreas y dentro de cada área. Con esto se propone una estructura en donde no se pasen a llevar las líneas de comunicación y se respeten de tal manera que cualquier observación de los empleados siga el conducto de jerarquía tanto hacia arriba como hacia abajo dentro del Centro. Esto favorece el entendimiento y el respeto dentro de la organización, y justamente este conducto es el que ofrece el rediseño de los procesos.

Se recomienda que la persona que ejerce el cargo de Subdirector también participe activamente en el área de Investigación, como Jefe o como Investigador a cargo de alguno de los grandes temas.

11. Requerimientos Críticos

Para poner en marcha el nuevo diseño del Centro Sismológico que ha sido planteado en este trabajo, que incluye desde la estructura hasta los procedimientos más detallados, deben existir ciertos estándares de trabajo. Estos a su vez se expresan en requerimientos claves para la operatividad. Muchos de ellos ya existen en la red sismológica actual y en las oficinas del Servicio Sismológico, y otros ya están en proceso de adquisición, pero todavía hay mucho por trabajar para poder llegar a la visión estratégica deseada.

En la Tabla 23. se exponen los requerimientos críticos dentro de cada actividad clave con su grado de incorporación previo al Convenio. No se contempla el grado de avance actual (Julio 2013) en alguno de ellos para este análisis, ya que el Convenio debe financiar la totalidad de los cambios que surjan desde un principio, facilitando así el análisis económico del rediseño planteado en este trabajo. En ciertas tareas no son tantos los requerimientos que faltan sino la implementación de políticas y el establecer procedimientos que sean cumplidos.

Tabla 23. Requerimientos críticos de las actividades claves del CSN.

Actividad clave	Requerimiento	Existencia	Observaciones
Análisis sísmico	Autonomía energética	X	2 a 4 días, actualmente es de 6 horas
	Equipos y materiales	✓	Pantallas, computadores, muebles, etc.
	Estaciones Banda Ancha	X	65 estaciones en tiempo real, preconvenio existían 43
	Perfiles sísmicos	✓	Planillas por región geográfica
	Personal	X	Faltan 2 Jefes de Turno y definir Sismólogos Analistas
	Programas de adquisición	✓	Seiscomp
	Programas de análisis sísmico	✓	Early Bird, Seisan, Fase W
	Servidor	✓	Servidor para análisis
Alerta y publicación	Comunicaciones	✓	Teléfono con línea directa a ONEMI y SHOA, teléfono red DGAC, teléfono satelital 1, teléfono satelital 2
	Programa de publicación	✓	Desarrollo propio
	Servidor	✓	Servidor para publicación (el

			mismo de análisis)
Operatividad Red Sismológica	Alimentación energética	X	Fuentes y aparataje robusto, y baterías duraderas
	Comunicaciones	X	Licitación que permita operatividad ante cualquier eventualidad
	Definición de estándares de estaciones	X	Definir según tipo, construcción civil, fuente de alimentación y comunicaciones
	Equipos sísmicos	✓	Las nuevas estaciones trabajan con equipos de última generación
	Número	X	65 estaciones de Banda Ancha, 65 Acelerógrafos y 130 GPS
Mantenimiento Red Sismológica	Base de datos robusta de la red	X	Consolidar y actualizar la información en la Intranet, con todos los componentes de cada estación, ubicación, contactos y estándares de instalación
	Camionetas	X	2 camionetas propias
	Intranet	X	Para creación de Plan de Logística, aprobación y comunicaciones. En desarrollo
	Materiales y equipos	X	Falta instrumental para el trabajo en terreno y equipos para nuevos técnicos
	Personal	X	Faltan 4 técnicos
	Plan de mantenimiento anual	✓	Desarrollado a principio de 2013 y base para próximos
	Uniformes de seguridad	X	Definir estándares de seguridad según lugares y comprar equipos
Monitoreo Red Sismológica	Definición de parámetros de salud	X	Realizarlos para todas las estaciones
	Intranet	X	Generar Planilla de Monitoreo e Informe de Falla
	Monitoreo de salud de	X	Incorporar Antelope en las estaciones

	estaciones		
	Personal	X	Técnico de Monitoreo
Soporte comunicaciones internas	Consolidación de datos	X	Ampliar espacio en disco
	Data Center	X	Existe pero no tiene las condiciones que requieren Misión Crítica y Alta Disponibilidad
	Hardware y soporte	X	Pro Support 24x7
	Mail	X	Desarrollo de mail propio
	Personal	X	Falta Ingenieros de Software y en Base de Datos
	Planes de contingencia	X	No está incorporado
	Programas de comunicación interna	✓	Intranet
	Programas de procesamiento de data sísmica	✓	Desarrollo propio
	Teléfonos	✓	Anexos
Procesos administrativos	Aprobaciones digitales	X	Vía Intranet
	Contabilidad propia	X	Independencia del DGF
	Definición de perfiles	X	Para cada cargo
	Fondo Fijo	X	\$1.000.000
	Generación de documentos	X	Incorporarlo a la Intranet. Permisos, licitaciones, etc.
	Herramientas de control de gestión	X	Incorporar análisis financiero y control de presupuesto
	Personal	X	Crear un área administrativa propia del CSN
Bodegaje	Bodega	✓	Existe
	Inventariado	X	Incorporar en Intranet
	Personal	X	Encargado de Bodega
Desarrollo de sitio web	Mapas sísmicos	X	Mapas de riesgo, sismicidad histórica, aceleraciones, actividad reciente, y tensores de momento
	Personal	✓	Ingeniero en Software

	Servidor	X	Existe pero no se encuentra en las dependencias del CSN
Investigación	Desarrollo	X	Peligro Sísmico, Evaluación de Riesgo y Mapas Sísmicos
	Equipos y materiales	X	Computadores, muebles, etc.
	Personal	X	Crear área investigativa propia del CSN
Dirección	Equipos y materiales	✓	Computadores, muebles, etc.
	Personal	X	Falta crear Subdirección

La base para desarrollar la propuesta planteada para el Centro Sismológico existe y los requerimientos que faltan apuntan principalmente a darle una mayor operatividad a la Red Sismológica, tal que sea infalible, a desarrollar un sistema interno centralizado de Intranet que agilice los procesos, definir ciertos estándares de trabajo, dar mayor soporte a la operatividad y traer mayor gente a trabajar en el Centro. En este sentido hay mucho trabajo por hacer que implica trabajo de los empleados para crear estándares, estandarizar los procesos y desarrollar la Intranet como motor central de ellos, y desarrollar investigación. Los gastos significativos vienen de la mano de los equipos necesarios para la operatividad total de la Red.

Temas de altísima prioridad son en primer lugar contar con una estructura base dentro de la Red Sismológica, que sea la columna vertebral de esta y que contenga estaciones (al menos 20) que funcionen a toda eventualidad con comunicaciones robustas. También adquirir un Data Center de altas características y todo el hardware de sistema para la adquisición y procesamiento de los datos. Esto corresponde a lo más vital en términos de requerimientos técnicos, dada una estructura y definición clara de los procesos.

12. Propuesta Presupuestaria del Rediseño

12.1. Evaluación Presupuestaria del Rediseño

Basado en los requerimientos necesarios para la ejecución del rediseño y cumplimiento de los objetivos estratégicos del Centro Sismológico, se desarrolla un análisis presupuestario que permita establecer una comparación entre este plan y el originalmente pactado en el Convenio.

El costo que comprende el rediseño incluye los requerimientos anteriormente descritos, en el caso que no estén ya incorporados, que representan la base para poder dar operatividad a lo expuesto en este trabajo de memoria. Existen ciertos requerimientos que están ligados con el desarrollo computacional u otros que no representan un costo significativo en sí mismos, sino que se expresa en el trabajo de empleados, tales como la Intranet o el desarrollo de programas e investigación. Además la evaluación presupuestaria contempla una tentativa de todos aquellos costos de operaciones propios de la Red Sismológica, al interior del Centro y mantenencias que deben hacerse a los equipos. Vale recordar que el presupuesto que embebe este Convenio viene a reemplazar el antiguo presupuesto que entregaba también ONEMI, y por lo tanto debe cargar con las remuneraciones de los empleados, tanto existentes como los faltantes para el proyecto que se desea.

Para facilitar la comprensión de los costos se decide agruparlos en Remuneraciones, Operaciones, e Inversión. La evaluación por área se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 24. Costo en Remuneraciones.

Cargo	Mensual	Anual
Director	\$4.200.000	\$50.400.000
Subdirector – Jefe de Investigación	\$3.300.000	\$39.600.000
Director de Operaciones	\$2.900.000	\$34.800.000
Jefe de Administración	\$1.500.000	\$18.000.000
Coordinador de Análisis	\$2.000.000	\$24.000.000
Coordinador de Electrónica	\$2.000.000	\$24.000.000
Coordinador de TI	\$2.500.000	\$30.000.000
Jefes de Turno (4)	\$4.000.000	\$48.000.000
Analistas (8)	\$7.600.000	\$91.200.000
Técnicos Electrónicos (8)	\$6.400.000	\$76.800.000
Técnico de Monitoreo	\$900.000	\$10.800.000
Ingeniero en Base de Datos	\$1.800.000	\$21.600.000
Ingenieros de Software (4)	\$7.200.000	\$86.400.000
Secretario	\$700.000	\$8.400.000

Contador	\$1.200.000	\$14.400.000
Encargado de Bodega	\$600.000	\$7.200.000
Abogado	\$800.000	\$9.600.000
Investigadores (Doctores en Sismología) (2)	\$4.000.000	\$48.000.000
Investigadores (6)	\$9.000.000	\$108.000.000
TOTAL	\$62.600.000	\$751.200.000

Las remuneraciones para cada cargo se basan en el presupuesto original que contiene el Convenio. Estos sueldos fueron planteados y estudiados en un principio y no compete a este trabajo hacer análisis de justicia a los montos. Se le añaden los cargos de Abogado y el personal de Investigación cuyos sueldos tentativos fueron obtenidos por fuente directa.

A continuación se muestran los costos operativos. Estos incluyen la licitación de las comunicaciones que asoma como el mayor de los gastos para la renovación orientada a la alerta.

Tabla 25. Costo en Operaciones.

Ítem	Gasto anual
Comunicaciones Red Sismológica	\$2.100.000.000
Instalación nuevas estaciones (10)	\$134.000.000
Seguros (30 estaciones)	\$18.000.000
Salidas a terreno	\$70.000.000
Gastos básicos y de oficina	\$24.000.000
Web hosting	\$2.400.000
Mantenición de vehículos	\$1.800.000
Capacitaciones	\$30.000.000
Ancho de banda	\$12.000.000
TOTAL	\$2.392.200.000

Incluye un plan de instalación de 10 estaciones Banda Ancha por año. Los siguientes años se plantea la necesidad de seguir con este ritmo y adicionalmente instalar estaciones GPS a razón de 20 por año (las estaciones acelerógrafos las instala el MINVU). La licitación de las comunicaciones en este primer año está orientada a robustecer una columna vertebral de 20 estaciones que sean infalibles a toda eventualidad, con redundancia en las comunicaciones. Solo el primer año se incurriría en este significativo costo ya que es la instalación el grueso del precio, y los próximos años se mantendría el convenio de comunicaciones con un valor cercano al 10% del original (es decir cerca de \$200 millones anuales). Estas instalaciones se traducen además en gastos de salidas a terreno, donde el monto corresponde a un estimado basado en el Plan de Mantenición de 2013, incorporando los costos promedios de las visitas adicionales que se requieren. Así mismo se contempla la aseguración de 30 estaciones de la red ante vandalismo, considerando un precio de mercado de \$50.000 mensual por estación. Se consideran capacitaciones para el personal de terreno para efecto de estos

trabajos y los trabajos a futuro, con cifras obtenidas dentro del mismo Centro de capacitaciones anteriores.

Gastos básicos de oficina contempla electricidad, agua, Internet, aire acondicionado y materiales de oficina. Además, la existencia del sitio web trae consigo una expansión del ancho de banda y el web hosting.

Todos los valores involucrados corresponden a valores aproximados de mercado justificados en proyecciones de gastos del CSN, planes realizados anteriormente o aprobación de las autoridades entendidas del Centro.

Tabla 26. Costo en Inversión.

Ítem	Gasto anual
Autonomía energética	\$15.000.000
Equipos y materiales Electrónica (instrumental y uniformes)	\$12.000.000
Camionetas (2)	\$36.000.000
Sistema	\$500.000.000
Data Center	\$160.000.000
Equipos CSN (computadores, muebles)	\$15.000.000
GPS de control	\$2.000.000
TOTAL	\$740.000.000

El instrumental de alimentación energética (baterías, paneles solares, etc.) ya han sido adquiridos por ONEMI y están a disposición del CSN. La justificación de todos los valores es la misma dicha anteriormente. En este ámbito el mayor costo lo representa el ítem de Sistema. Esto incluye todo el hardware (70% del valor aproximado) y servicios asociados (30%), que pretenden darle robustez al sistema interno de tratamiento de datos (Adquisición, Pre-procesamiento, Análisis y Publicación), orientado a trabajar con más de 300 estaciones llegando a tiempo real a los servidores del CSN pensando en el largo plazo. Como el Centro recibe señales de distintos tipos de estaciones no se puede casar con una tecnología en particular, por lo que este ítem contempla la adquisición de muchos equipos de distintos tipos (servidores, arreglos de discos, clusters, etc.) que luego compongan la columna vertebral del sistema que estará ubicado en el Data Center, permitiendo tener un sistema abierto. Los montos corresponden a una estimación hecha por el Coordinador de TI, dando cuenta que no existe ninguna empresa que pueda vender el sistema completo tal como se pide, de ahí la agregación de equipos y servicios en este ítem. Además el Centro demanda un Data Center con las especificaciones técnicas correspondientes tal que el sistema funcione 24x7 los 365 días del año, incluyendo el piso técnico, aire acondicionado, backup energético, el soporte, entre otros. Junto con esto es necesario realizar una expansión de la autonomía energética en el CSN que asegure el funcionamiento de las labores dentro del Centro a toda eventualidad. El margen considerado es de

2 días en un principio, con un costo tentativo calculado por personal del mismo Centro.

Para las salidas a terrenos se contemplan inversiones en equipos y materiales de trabajo y de seguridad, además de las camionetas y GPS de control para estas. Es necesario incurrir en estos gastos para brindar mejores condiciones de trabajo, tanto disponibilidad y seguridad como para el trabajo mismo en las estaciones. Dentro de las oficinas es necesario comprar nuevos muebles y equipos para las nuevas áreas y para el nuevo personal.

Finalmente el costo del diseño, para el primer año, planteado en este trabajo se detalla en la Tabla 27. A este total hay que sumarle el 10% de overhead que se lleva el Decanato según reglamento de la Escuela para uso de la Facultad, además de otro 10% adicional que se lleva el Departamento de Geofísica por uso de infraestructura (recordando que la red subyacente pertenecía al DGF y las instalaciones del Centro se encuentran en su edificio). Esto último también por reglamento de la Escuela.

Tabla 27. Costo del Rediseño del CSN.

Ítem	Costo anual
Remuneraciones	\$751.200.000
Operaciones	\$2.392.200.000
Inversión	\$740.000.000
SUBTOTAL	\$3.883.400.000
Overhead (20%)	\$776.680.000
TOTAL	\$4.660.080.000

12.2. Análisis Presupuestario Comparativo

Se realiza una comparación enfocada a desarrollar un plan que permita el desarrollo del trabajo propuesto con el presupuesto original del Convenio. Se analizan los grandes números de ambas propuestas, generando un análisis comparativo del costo de este rediseño con el planteado en el Convenio. Como resultado se aprecia una diferencia sustantiva de casi \$800 millones entre los dos presupuestos.

Tabla 28. Tabla Comparativa de Costos.

Ítem	Convenio	Diseño Propuesto	Diferencia
Remuneraciones	\$579.779.490	\$751.200.000	-\$171.420.510
Operaciones	\$2.374.200.000	\$2.392.200.000	-\$18.000.000
Inversión	\$109.056.000	\$740.000.000	-\$630.944.000
Extensión	\$153.151.776	\$0	\$153.151.776
Gastos	\$610.699.734	\$776.680.000	-\$165.980.266

Generales			
TOTAL	\$3.826.887.000	\$4.660.080.000	-\$833.193.000

Dado el escenario de déficit planteado para el diseño propuesto, se recomienda tomar medidas que involucren traspaso de dineros entre ítems y aplazamiento de incorporación de ciertos requerimientos en el próximo año, cuando la base ya esté completa y los montos significativos del presupuesto (comunicaciones) decrezcan ostensiblemente.

Se considera indispensable la inversión de cada uno de los puntos estipulados en el diseño en este primer año, es por esto que se recomienda traspasar los fondos asociados a Extensión hacia Inversión. Se debe contar con la base tecnológica para poder trabajar en el Centro. Los tres grandes gastos, dejando a un lado los sueldos, los representan la columna vertebral de la operatividad del Centro, es decir las comunicaciones de la red sismológica (teniendo en cuenta que ya se cuenta con un número de estaciones aceptable que se seguirá expandiendo paulatinamente), el sistema de procesamiento y análisis de data, y el Data Center que lo aloja. Por esta razón se opta por priorizar lo básico que es la adquisición del Data Center, luego le sigue la incorporación del hardware del sistema y finalmente las comunicaciones. No tendría sentido robustecer las comunicaciones antes de tener un sistema que diera abasto para recibirlas, por eso es conveniente trabajar en la confección operativa aguas arriba.

Las autoridades del Centro ya poseen contactos con un proveedor que cumpliría con las condiciones de robustez y redundancia para estas 20 estaciones que representarían la columna vertebral de la Red Sismológica Nacional. Se sugiere un plan que considere para este primer año un trabajo que cumpla 2/3 de los requerimientos, lo que en definitiva significarían 13-14 estaciones con las comunicaciones instaladas y funcionando. Esto es posible dado que existen condiciones de flexibilidad de pago que posibilitarían este escenario.

Tabla 29. Variaciones del Diseño Propuesto.

Ítem	Ítem específico	Diseño original	Diseño final
Operaciones	Comunicaciones Red Sismológica	\$2.100.000.000	\$1.400.000.000

Considerando las propuestas para solventar el diseño se genera el siguiente escenario que detalla la Tabla 30. Este nuevo escenario permite utilizar la totalidad de los recursos dispuestos por ONEMI y dar viabilidad al diseño.

Tabla 30. Tabla Comparativa de Costos con Nuevo Diseño.

Ítem	Convenio	Diseño Propuesto	Diferencia
Remuneraciones	\$579.779.490	\$751.200.000	-\$171.420.510
Operaciones	\$2.374.200.000	\$1.692.200.000	\$682.000.000

Inversión	\$109.056.000	\$740.000.000	-\$630.944.000
Extensión	\$153.151.776	\$0	\$153.151.776
Gastos Generales	\$610.699.734	\$636.680.000	-\$25.980.266
TOTAL	\$3.826.887.000	\$3.826.350.000	\$6.807.000

Todos estos esfuerzos apuntan a implementar el diseño y desagregar ciertos costos de manera de alivianar la carga presupuestaria para el primer año de Convenio. Lo bueno de este plan es que permitiría contar con la estructura organizacional del Centro propuesta en un año con todas las áreas trabajando en máxima operatividad. En 4 años se contaría con la red sismológica necesaria para realizar análisis sismológico certero, aunque con la inclusión de la columna de 20 estaciones en el año 2 ya se podría trabajar eficientemente y contando con los requerimientos mínimos para poder realizar los procesos y tareas que se han definido en este trabajo, considerados críticos para el fin último de dar alerta temprana a las autoridades ante eventos sísmicos. Lo que quedaría para los siguientes años es trabajar en el desarrollo investigativo y tecnológico, mejorar la interfaz interna y tratamiento de la información, y seguir ampliando la Red Sismológica bajo los estándares de calidad que una organización de alerta debiese tener.

13. Conclusiones

Enmarcado en el Convenio de Colaboración de ONEMI con la Universidad de Chile se desarrolló un trabajo de rediseño que captura las bases del Servicio Sismológico de la Universidad y las impulsa en la creación del nuevo Centro Sismológico Nacional, una nueva visión que permitirá contar con un único sistema de alerta de sismos orientado a la emergencia nacional. En un acto de responsabilidad mínima para la realidad sísmica chilena se consigue un acuerdo para contar con un organismo técnico-científico, que funcione a toda eventualidad, que sea parte crucial de una cadena que en definitiva permita desarrollar planes de acción para no tener que lamentar nuevamente pérdidas como las cientos de vidas que dejó el pasado terremoto del 27/F en las costas chilenas.

El cambio de misión del ex Servicio Sismológico gatilla todo el rediseño expuesto, pasando a ser de un organismo con fines académicos e investigativos a uno con fines de alerta. Esto trae consigo una remodelación completa que se consigue con un presupuesto más de 10 veces mayor al anterior y una mayor independencia del Centro dentro de la Universidad. Como toda gran reestructuración, el cambio no es inmediato y requiere no solo de tiempo sino también de una visión a largo plazo. Es por esto que a pesar de que el Convenio sea válido por un año se deben hacer todos los esfuerzos posibles para que la repactación de este continúe en los años, de otra forma lo ya realizado será en vano.

Aplicando la ingeniería industrial y los conocimientos geofísicos se aplica una metodología que permitió capturar lo mejor del Servicio Sismológico y mediante un análisis de servicios de alerta sísmica de calidad mundial desarrollar un diseño detallado de la estructura que debe tener el nuevo Centro. Se identificaron necesidades mínimas para su funcionamiento partiendo por una definición estratégica clara y el contar con una red de estaciones sismológicas extensa y con robustez comunicacional que permita obtener los parámetros focales con exactitud y rapidez. Los servicios de primera línea mundial trabajan con al menos 100 estaciones a tiempo real incluso en lugares con menor superficie como Suiza o los 500 km² que abarca el CERL, presupuestos mayores a 2 mil millones de pesos, procesos y procedimientos definidos, y áreas investigativas que generan conocimiento para mitigar el peligro sísmico pensando en un desarrollo a largo plazo como país o región. Esto solo por mencionar algunas de las grandes diferencias. Así se definieron las tareas que se deben realizar, lo que dio origen a la estructura principal y las áreas que la componen.

El diseño de los procesos abarcó principalmente el detalle de aquellos procesos operativos más críticos. Como no existía una definición formal de ellos fue de gran importancia recolectar las diferentes prácticas que ya existían e incorporar las mejoras que los mismos empleados podían vislumbrar, desde el mismo personal operativo hasta las partes administrativas, dándole transversalidad al diseño. Se encontraron ciertas áreas que funcionaban muy parecido a lo que el nuevo Centro necesita y otras más defectuosas. De cualquier manera era necesario estandarizar

los procesos y procedimientos, y establecer ciertas políticas operativas y de gestión. Por otro lado el hecho de que el Centro pertenezca a la Universidad trae consigo trabas de la administración pública que ralentizan los procesos. Esto lamentablemente no pudo ser abarcado en el rediseño ya que se escapa de lo que el mismo CSN puede hacer. Se requiere de acuerdo entre las autoridades del Centro con el Decanato para tomar medidas especiales con la tramitación de documentos de la entidad sismológica dado el carácter urgente de sus labores.

Otro factor fundamental en el desarrollo de nuevos procesos más eficientes fue la Intranet. Esta permitió un diseño aunado, con registros únicos, de manera tal que toda la información que circula en el Centro esté ahí, y la automatización de varios procedimientos. La data junto con la red sismológica es lo más valioso que se posee por lo que las inversiones y esfuerzos apuntan a una redundancia a toda prueba en este ámbito. Se cambió el enfoque de reparación a uno de prevención, ratificado en un pensamiento estratégico que se propone con claridad y que se expresa en procesos definidos e inversiones que apuntan en esa dirección.

La estructura final planteada permite satisfactoriamente desarrollar cada una de las tareas que según el análisis son indispensables para el CSN. Se plantea un dibujo claro donde cada cargo tiene definidas sus responsabilidades. Además el resultado arroja la creación de un área investigativa vital para seguir avanzando en esta materia inclusive desde la perspectiva de alerta, incorporando más conocimientos y acceso a mejor tecnología. También se sugiere la creación de un área administrativa propia del Centro que esté más involucrada en las decisiones importantes, que le dé más orden, y una visión financiera más experta.

Así, la evaluación final de esta memoria plantea un plan que satisface las necesidades del nuevo Centro y se entiende con su situación presupuestaria, pero como ya se mencionó anteriormente contempla un plan de 2 años para completar su base y de al menos 4 años para contar con la red sismológica que asegure su funcionamiento. Teniendo en cuenta que el Centro ya lleva 7 meses en rodaje y que no coincide estructuralmente en algunos puntos con este trabajo, aún así posee toda la base para ejecutar esta propuesta. Las ventajas son muchas pensando en el largo plazo e incorporan lineamientos que se consideran indispensables en el análisis desde la ingeniería industrial, que tanta falta hacía en el anterior Servicio Sismológico. Se recomienda seguir avanzando desde esta mirada, como se aprecia muy bien que lo han hecho los servicios sismológicos de calidad mundial, e incorporar nuevas herramientas ya sea de control de los procesos, análisis financiero, y prácticas de gestión que no solo apunten a lo técnico si no a hacerse cargo del Centro Sismológico que Chile necesita.

14. Bibliografía

- [1] CAMPOS, J. 2009. Incidencia sísmica en obras civiles y habitacionales de la cuenca y zona cordillerana de Santiago. En: CONFERENCIA FONDEF, 2009. Santiago, Ministerio de Educación. pp. s.p.
- [2] BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE. 2012. Sismología en Chile, Estado Actual, Proyecciones y Urgencias [en línea] Santiago, BCN <http://www.bcn.cl/carpeta_temas_profundidad/sismologia-en-chile-estado-actual-proyecciones-y-urgencias> [consulta: diciembre 2012]
- [3] UNIVERSIDAD DE CHILE. 2012. Convenio de Colaboración entre la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública y la Universidad de Chile. Santiago, Universidad de Chile. 19p.
- [4] DAFT, R. L. 2007. Teoría y Diseño Organizacional. 9ª ed. D.F., México, Cengage Learning. 620p.
- [5] WESKE, M. 2012. Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. 2ª ed. Londres, Springer. 418p.
- [6] HARRINGTON, H. J. 1995. Mejoramiento de los Procesos de la Empresa. 2ª ed. Madrid, McGraw-Hill. 309p.
- [7] BARROS, O. 2000. Rediseño de Procesos de Negocios Mediante el Uso de Patrones. Palma de Mallorca, Dolmen. 304p.
- [8] CHIAVENATO, I. 2000. Administración de Recursos Humanos. 5ª ed. Bogotá, McGraw-Hill. 699p.
- [9] SED Swiss Seismological Service. ETH Swiss Federal Institute of Technology Zurich. 2013. [en línea] http://www.seismo.ethz.ch/index_EN [consulta: marzo, abril 2013]
- [10] NEIC National Earthquake Information Center. USGS U.S. Geological Survey. 2013. [en línea] <http://earthquake.usgs.gov/regional/neic/> [consulta: marzo, abril 2013]
- [11] CERl Center for Earthquake Research Information. University of Memphis. 2013. [en línea] <http://www.ceri.memphis.edu/index.shtml> [consulta: marzo, abril 2013]
- [12] CERl Center for Earthquake Research Information. University of Memphis. 2011. CERl Handbook, Policy. Memphis, TN, USA, University of Memphis. 34p.
- [13] FCFM Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. Decanato. 2008. Cambios en la Estructura Académica. Santiago, Universidad de Chile. 29p.