



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO
FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA

**LA GESTIÓN DE CALIDAD DE DATOS
APLICADA AL SISTEMA DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
DE UNA EMPRESA
OPERADORA DE PETRÓLEO Y GAS**

Estudio de caso:

Pan American Energy LC – Unidad de Gestión Golfo San Jorge

| **TESIS DE GRADO - LICENCIATURA EN GEOGRAFÍA** |

TESISTA: TEC. SIGyT SONIA ANALIA GOMEZ

DIRECTORA: DRA. CRISTINA BEATRIZ MASSERA

COMODORO RIVADAVIA, PROVINCIA DEL CHUBUT

NOVIEMBRE DE 2021

INDICE DE TÍTULOS Y SUBTÍTULOS

1.	CAPITULO I - INTRODUCCIÓN.....	11
1.1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.2.	INTERROGANTES	15
1.3.	HIPÓTESIS.....	15
1.4.	OBJETIVOS.....	15
1.4.1.	OBJETIVO GENERAL.....	16
1.4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.5.	ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	16
2.	CAPÍTULO II - MARCO CONCEPTUAL.....	23
2.1.	MARCO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA 23	
2.1.1.	DATOS	25
2.1.2.	INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	27
2.1.2.1.	CICLO DE VIDA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS	28
2.1.2.2.	BASES DE DATOS GEOGRÁFICAS	29
2.1.2.3.	REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	32
2.1.2.4.	IMPORTANCIA DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	34
2.1.2.5.	CARTOGRAFÍA Y LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	37
2.1.2.6.	INCERTIDUMBRES QUE AFECTAN A LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	39
2.2.	MARCO CONCEPTUAL DE LA NORMALIZACIÓN	41
2.2.1.	ESTANDARIZACIÓN	42
2.2.2.	ESTANDARIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	43
2.2.3.	NORMALIZACIÓN	45
2.2.4.	NORMALIZACIÓN EN LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	47
2.2.5.	ORGANIZACIONES INTERNACIONALES DE NORMALIZACIÓN.....	50
2.2.5.1.	ISO: ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL PARA LA ESTANDARIZACIÓN	50
2.2.5.2.	COMITÉ TÉCNICO ISO/TC 211.....	52
2.2.5.3.	OGC.....	53
2.2.6.	NORMAS ISO 19100 PARA INFORMACIÓN GEOGRAFICA.....	53
2.2.6.1.	NORMA ISO 19113:2002 - INFORMACIÓN GEOGRÁFICA - PRINCIPIOS DE CALIDAD 54	

2.2.6.2.	NORMA ISO 19114:2002 - INFORMACIÓN GEOGRÁFICA - PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DE CALIDAD.....	55
2.2.6.3.	NORMA ISO 19138:2006 - INFORMACIÓN GEOGRÁFICA - MEDIDAS DE LA CALIDAD	56
2.3.	MARCO CONCEPTUAL DE LA CALIDAD	57
2.3.1.	EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE CALIDAD	58
2.3.2.	MEDIDAS DE LA CALIDAD.....	62
2.3.3.	SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD	63
2.3.1.	MODELOS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD.....	66
2.3.1.1.	PROGRAMA BÁSICO DE CALIDAD.....	66
2.3.1.2.	MODELO TIPO ISO 9000	67
2.3.1.3.	MODELO EFQM (EXCELENCIA)	71
2.4.	CALIDAD EN LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	72
2.4.1.	NORMAS DE CALIDAD ISO 9000 EN LA CARTOGRAFÍA.....	76
2.4.2.	PROBLEMAS DE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	80
2.4.3.	COSTES DE LA MALA CALIDAD	84
2.5.	PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE DATOS	86
3.	CAPITULO III - SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA SIG PAE.....	88
3.1.	ÁREA DE ESTUDIO	88
3.2.	SIG PAE: ANTECEDENTES	89
3.3.	CARACTERÍSTICAS DE SIG PAE	90
3.4.	USUARIOS DE SIG PAE.....	91
3.5.	(OK)INFORMACIÓN EN SIG PAE	94
3.5.1.	GESTIÓN DOCUMENTAL	96
3.5.1.1.	PROCEDIMIENTO SIG PAE	98
4.	CAPITULO IV - IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE CALIDAD DE DATOS EN SIG PAE 100	
4.1.	DIAGNÓSTICO	103
4.2.	DISEÑO	107
4.2.1.	DATOS	108
4.2.2.	EDITORES.....	109
4.2.3.	MÉTODOS.....	111
4.2.4.	PROCESOS	112
4.3.	PLANIFICACIÓN	114

4.3.1.	DATOS	114
4.3.2.	EDITORES.....	116
4.3.3.	MÉTODOS.....	119
4.3.4.	PROCESOS	122
4.4.	IMPLEMENTACIÓN	123
4.4.1.	DATOS	123
4.4.1.1.	GRUPOS DE INFORMACIÓN.....	124
4.4.1.2.	CLASIFICACIÓN DE ATRIBUTOS.....	125
4.4.1.3.	REQUERIMIENTOS DE DATOS.....	126
4.4.1.4.	TABLERO DE CONTROL PARA AUDITORÍA	127
4.4.1.5.	AUDITORÍA: COMPLETITUD DE DATOS	129
4.4.1.6.	RESULTADOS DE LA AUDITORÍA DE COMPLETITUD	130
4.4.2.	EDITORES.....	133
4.4.3.	MÉTODOS.....	134
4.4.4.	PROCESOS	135
4.4.4.1.	DIAGRAMA DE PROCESO.....	136
4.4.4.2.	MATRIZ DE RESPONSABILIDADES.....	138
4.4.5.	PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN SIG PAE.....	139
4.4.6.	PROXIMA ETAPA	142
4.4.6.1.	INSTRUCTIVOS DE GESTIÓN	142
4.4.6.1.	CAPACITACIONES INTERNAS	145
5.	CAPITULO V - CONCLUSIONES.....	147
5.1.	ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	147
5.2.	DISEÑO DEL PROYECTO.....	148
5.3.	CALIDAD DE LOS DATOS.....	151
5.4.	PROCESOS PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	153
5.5.	PRÓXIMOS PASOS	155
5.6.	COMENTARIOS FINALES.....	157
6.	BIBLIOGRAFIA	159
7.	ANEXOS	163
7.1.	MAPAS.....	163
7.2.	DIAGRAMA DE PROCESO	165
7.3.	GLOSARIO.....	166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Cartografía como herramienta para la actuación sobre el territorio. Elaboración propia a partir de Ariza López (2013).....	38
Figura 2 - Incremento de los niveles de incertidumbre en las fases del ciclo de vida de los datos. Elaboración propia a partir de Ariza López (2013).	40
Figura 3 - La calidad del diseño de un producto o servicio como algo relativo en función del uso o aplicación que haga de él cada usuario (adecuación al uso, calidad externa o percibida) (Ariza López, 2013, 17)	76
Figura 4 - Modelo de Iceberg para los costes de mala calidad (Ariza López, 2013).....	85
Figura 5 - Procedimiento para la Evaluación de calidad de datos. Fuente: IPGH (2013).....	87
Figura 6 - Estructura original de perfiles de usuarios en SIG PAE	92
Figura 7 - Análisis FODA sobre SIG PAE GSJ (Elaboración propia).....	106
Figura 8 - Diagrama de Ishikawa o espina de pescado para analizar las causas de la ineficiencia en la información de SIG PAE (Elaboración propia).....	107
Figura 9 - Análisis de propuestas para problemas asociados a los Datos de SIG PAE GSJ	108
Figura 10 - Análisis de propuestas para problemas asociados a los Editores de SIG PAE GSJ ..	109
Figura 11 - Análisis de propuestas para problemas asociados a los Métodos de SIG PAE GSJ.	111
Figura 12 - Análisis de propuestas para problemas asociados a los Procesos de SIG PAE GSJ.	112
Figura 13 - Acciones a implementar en problemas asociados a los Datos de SIG PAE GSJ	114
Figura 14 - Acciones a implementar en problemas asociados a los Editores de SIG PAE GSJ ..	116
Figura 15 - Acciones a implementar en problemas asociados a los Métodos de SIG PAE GSJ .	119
Figura 16 - Acciones a implementar en problemas asociados a los Procesos de SIG PAE GSJ .	122
Figura 17 - Implementación de soluciones a problemas vinculados a los Datos	123
Figura 18 - Tablero de control (dashboard) con resultados de la auditoría de completitud de datos en Grupos de Información de SIG PAE GSJ	133
Figura 19 - Implementación de soluciones a problemas vinculados a los Editores.....	134
Figura 20 - Implementación de soluciones a problemas vinculados a los Métodos.....	135
Figura 21 - Implementación de soluciones a problemas vinculados a los Procesos.....	135
Figura 22 - Diagrama de representación de la redefinición de procesos de SIG PAE GSJ	137
Figura 23 - Extracto de la Matriz de roles y responsabilidades por grupo de información en SIG PAE GSJ	139
Figura 24 - Implementación del nuevo Procedimiento de Gestión como solución a problemas vinculados a Editores, Métodos y Procesos	140
Figura 25 - Acciones a desarrollar en próximas etapas en SIG PAE GSJ.....	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Iniciativas para la estandarización de la información geográfica (Elaboración propia adaptado de Caprioli y Tarantino, 2004; 36)	45
Tabla 2 - Razones de la importancia de la normalización en el campo de la información Geográfica (Ariza López, 2013; 43)	49
Tabla 3 - Evolución histórica del enfoque de la calidad (Ariza López, 2013; 21)	59
Tabla 4 - Bases del Sistema de Gestión de Calidad (Camisón et al, 2006; 347)	65
Tabla 5 - Conclusiones de la experiencia en la implementación de las normas ISO 9000 en el Institut Geographique National de la France (IGNF) (Ariza López, 2013; 37)	77
Tabla 6 - Conclusiones de la experiencia en la implementación de las normas ISO 9000 en el Ordnance Survey del Reino Unido (Ariza López, 2013; 37)	78
Tabla 7 - Conclusiones de la experiencia en la implementación de las normas ISO 9000 en el Instituto Cartográfico de Cataluña, España (Ariza López, 2013; 37)	79
Tabla 8 - Conclusiones generales de la experiencia en la implementación de las normas ISO 9000 (Ariza López, 2013; 38)	80
Tabla 9 - Nuevos Grupos de Información definidos para SIG PAE	125
Tabla 10 - Resultados de la auditoría de completitud en datos de SIG PAE GSJ.....	132

DEDICATORIA

A Javi, mi amor y GRAN compañero de vida que siempre me impulsa a ir por grandes retos, acompañándome con inmensas dosis de alegría, apoyo, generosidad, comprensión, aliento, paciencia e infinita confianza para que pueda cumplir mi gran sueño de estudiar en la universidad; con quien compartimos la aventura de elegirnos día a día y nos acompañamos para construir una vida feliz, de la que nació nuestra amada pequeñita.

A Boni mi hijita adorada, que desde su estrellita dorada y con brillos, vino a llenar mi vida de risas, amor y felicidad y me brindó el regalo más hermoso de mi vida: la posibilidad de ser su mami. Una hermosa compañerita, que estuvo a mi lado en muchas de las horas que demandó el desarrollo de la tesis, y a quien le resté tantas horas de mimos y juegos para completar una importante etapa de mi desarrollo profesional; un esfuerzo que espero dejarle de ejemplo para que sepa que pese a las dificultades que se interponen, la dedicación y esmero pueden llevarla a alcanzar los logros que se proponga en el camino que elija.

A mi pequeña familia de tres: mi hermano Maxi, con quien compartimos y nos acompañamos con mucho amor en los momentos más felices y también en los otros, mi cuñada Silvina y mi sobrinito Gero.

A mi gran familia elegida: Eddy y Luis, los tíos que me regaló la vida y que son mucho más que familia; mi cuñada Sil y mi sobrino Alexis con quienes compartimos un inmenso cariño; mi amiga Vale, sus papás Chela y Tito (a quien siempre guardaré en mi corazón), Diego, Vero, Amparo y Joaqui, y mis sobris del corazón Selena y Adriel, que con mucho amor nos hicieron parte de su hermosa familia; mi amiga Gime que contagió de alegría mis días laborales y escuchaba pacientemente mis ideas locas para mejorar SIG PAE aun cuando todavía ni sabía de qué se trataba; a Eli y Val, mis amigas desde la primaria, que con tanto cariño siguen presente a la distancia y saben entender de apuros y mensajitos respondidos a destiempo.

A todos ellos porque con su cariño, confianza, compañía, paciencia y aliento me hacen cada día más feliz, y con tanto afecto han sabido comprender todas las ausencias y el tiempo dedicado al estudio.

A todos los que alguna vez con sus acciones o inacciones avivaron mis ganas de seguir aprendiendo, porque sin querer me enseñaron que el mayor impulso lo llevo en mi esfuerzo, que con perseverancia podía superar cada barrera, y pese a que ha llevado más tiempo alcanzar los logros, pude llegar a ser la profesional que tanto anhelé ser.

Y a Cristina, ahora directora de mi tesis, pero también amiga, maestra, guía y fuente de impulso, que ayudó a recorrer un mundo desconocido como era la universidad, sino que con su apoyo y cariño me ha abierto las puertas a múltiples posibilidades para formarme en la carrera, la investigación, la docencia y como persona; porque confió en mi aun cuando ni siquiera podía pensarme como profesional, y fundamentalmente me contagió la pasión por compartir el conocimiento y estar atenta para aprender siempre de los demás.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a los docentes del Departamento de Geografía de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco que formaron parte de mi educación y me permitieron llegar al final de la licenciatura con una sólida formación, la firme convicción de la importancia de compartir el conocimiento y la curiosidad por seguir aprendiendo; porque con la pasión y dedicación que han puesto en guiarnos en el camino del conocimiento lograron despertar nuevos intereses, que sin dudas fueron grandes aportes en mi desarrollo académico; y fundamentalmente por haberme permitido cumplir mi gran sueño de poder estudiar en la universidad y tener el enorme privilegio de completar dos carreras: la Tecnicatura en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección y la Licenciatura en Geografía

A mis compañeros de la UNPSJB, muchos de ellos colegas en la actualidad, con quienes hemos compartido muchas horas de aprendizaje, más de un dolor de cabeza y muchas alegrías por las instancias superadas.

A la empresa Pan American Energy por haber permitido mi desarrollo profesional desde hace más de 15 años, en los que diariamente he tenido la oportunidad de compartir y adquirir conocimientos que fortalecen mi formación, y fundamentalmente

por la posibilidad de permitirme generar el relanzamiento de SIG PAE como responsable SIG de la Unidad de Gestión Golfo San Jorge. En especial quiero agradecer a Rubén Morgani por la confianza y el valioso apoyo para comenzar este nuevo proceso; a Alfredo Ferrandiz y Claudio Mayol que como gerentes de GPI han brindado su confianza y respaldo en esta importante fase de mi carrera profesional; a Guillermo Bergoc y su arrolladora energía que impulso los cambios para lograr la anhelada aprobación para iniciar esta nueva etapa; a Gustavo Araujo por su constante acompañamiento y apoyo que me brindaron una importante cuota de confianza para lanzarme hacia objetivos más desafiantes; a Denis Ramirez y Nicolás Ferrada, mis compañeros de Cartografía SIG GSJ, ya que el trabajo en equipo nos ha permitido lanzarnos hacia nuevos desafíos y sumar importantes logros en la difusión y mejora de los procesos de SIG PAE; y a Nicolás Mobilia, quien con su gran generosidad me ha permitido aportar mis conocimientos operativos a los proyectos de desarrollo y evolución de la tecnología SIG para toda la compañía, brindándome la posibilidad de interactuar con nuevas áreas de especialización que aportaron valiosa información para encarar el desafío del relanzamiento de SIG PAE en Golfo San Jorge con un conocimiento más sólido del tejido de interacciones internas, y la satisfacción de formar parte de un equipo que busca la mejora continua.

Y a todos mis compañeros de PAE de todos los sectores operativos y de gestión con los que trabajamos a diario, de quienes aprendo constantemente en una interacción que me enriquece a nivel profesional, pero sobre todo personal.

A todos ellos... ¡¡¡MUCHAS GRACIAS!!!!

INTRODUCCIÓN

La tesis de Licenciatura en Geografía está enfocada en el desarrollo de la primera fase de la implementación de la gestión de calidad de datos en el sistema de información geográfica corporativo SIG PAE en la Unidad de Gestión Golfo San Jorge de la empresa Pan American Energy LC - Suc. Argentina; una compañía del sector energético dedicada a la exploración y producción de petróleo y gas (upstream), la refinación de combustibles, lubricantes y químicos (downstream), la comercialización y distribución de combustibles a través de la red de estaciones de servicio Axion (midstream) y la participación en proyectos de generación de energías renovables; y que desarrolla sus operaciones en Argentina, Uruguay, Bolivia y México. El tema principal de la tesis es parte de un proyecto que he desarrollado desde el área Cartografía SIG con el objetivo de contribuir a la mejora de la gestión de la información para que el sistema brinde información eficiente, completa, actualizada y auditada, a usuarios y sistemas vinculados de la compañía; y con la pretensión de que SIG PAE GSJ se posicione como una fuente confiable de datos que aporte conocimiento sobre el área e instalaciones de superficie, y a la vez permita la evaluación de proyectos y toma de decisiones eficaces.

El desarrollo de la tesis de grado está estructurado en 5 secciones, en el primer capítulo se expresan los fundamentos de trabajo para el desarrollo, la delimitación del problema, se plantean los interrogantes que guían el desarrollo, la hipótesis de trabajo, se detallan los objetivos y el estado de la cuestión, en la que se analiza el conocimiento vinculado a la importancia de la información, calidad de datos y la gestión de la información en el ámbito corporativo. El segundo capítulo se enfoca en el desarrollo del marco teórico de los sistemas de información geográfica, la normalización de datos y la calidad en el ámbito de los SIG. El tercer capítulo se enfoca en el marco general de SIG PAE, se describen el área, los antecedentes del sistema, sus características, se identifican los tipos de usuarios y de información contenida. En el cuarto capítulo se desarrollan las cuatro fases de la primera etapa de aplicación de la gestión de calidad de datos en SIG PAE: diagnóstico, diseño, planificación e implementación de soluciones para datos, editores, métodos y procesos. En el quinto capítulo se expresan las conclusiones del desarrollo de la tesis de Licenciatura en Geografía, y recomendaciones a considerar para las próximas etapas el desarrollo de la mejora continua de SIG PAE en la UG GSJ.

1. CAPITULO I - CALIDAD DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Las posibilidades tecnológicas permiten el crecimiento exponencial de datos en todos los ámbitos, una situación que lleva a reflexionar sobre la necesidad de gestionarlos adecuadamente a través de una correcta organización y sistematización, dado que constituyen un activo intangible para cualquier institución u organización, y una vital fuente de conocimiento que permite ser analizada y pone en valor a la información para realizar tomas de decisiones que faciliten la reducción del grado de incertidumbre. En el caso de la información geográfica, el interés ha ido en aumento con el paso de los años, generando un importante incremento en volumen, exactitud y precisión (Hernández Faccio y Flores de Cuellar, 2012). La posibilidad de compartir la información digital entre diferentes usuarios o sistemas, toma mayor dimensión en el contexto de un mundo altamente globalizado, y hace necesario fijar parámetros, criterios y modalidades que aseguren una correcta transferencia de datos a través de la definición de estándares para el intercambio de información que optimicen tanto el uso como la producción de datos digitales (Caprioli y Tarantino, 2004).

La compañía Pan American Energy LC - Suc. Argentina se encuentra desarrollando actividades operativas en la Unidad de Gestión Golfo San Jorge (UG GSJ), principal cuenca hidrocarburífera del país, desde principios de los años 60. Históricamente, la información de sus instalaciones ha sido documentada por medio de planos de ingeniería, esquemas constructivos, relevamientos topográficos, fotografías aéreas, informes del área y los proyectos, entre otros; que han sido generados y almacenados en formato papel, y administrados en exclusividad por el sector que los elaboraba. A principios de los años 2000 se inició el proceso de migración hacia el entorno digital utilizando el software MicroStation de la empresa Bentley, un desafío que marcó el comienzo del camino hacia la integración de información proveniente de diversas fuentes, generada en distintas épocas con criterios y objetivos diferentes, y que era almacenada por un importante número de sectores distribuidos espacialmente entre las oficinas operativas del Yacimiento Cerro Dragón (provincias del Chubut y Santa Cruz), y las oficinas administrativas de Comodoro Rivadavia y las de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Las posibilidades tecnológicas permitieron que los sectores evolucionaran hacia la generación digital de información preliminar, que era enviada a los productores

cartográficos para adaptar su compatibilidad y georreferenciación, para que posteriormente, para que interpretación mediante, se pudiera diseñar una simbología que permita representar adecuada y esquemáticamente la distribución y ubicación de las instalaciones de la compañía en capas vectoriales de formato CAD.

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Si bien la implementación mencionada anteriormente generó una mejora en la administración de la información, aún permanecían inconvenientes tales como el acceso restringido a los archivos; la necesidad de contar con un software específico para visualizarlos; el hecho de que la creación, actualización y administración de los archivos se encontraba centralizada en los productores cartográficos; el despliegue de datos en formato CAD si bien permitía visualizar la ubicación y distribución de las instalaciones de PAE, no ofrecía más información que la aportada por la simbología que se le hubiera aplicado al crearla; la multiplicidad de versiones de un mismo archivo (con diferentes niveles de actualización) que circulaban entre los usuarios; el desconocimiento sobre los beneficios de compartir la información de cada sector generaba que no siempre hubiera predisposición a exponerla con el resto de los usuarios de la compañía sino que se privilegiaba el resguardo de su privacidad y propiedad; por otra parte, la falta de un protocolo estándar que sistematizara la producción de información, generaba que los sectores trabajaran en forma independiente, con criterios propios y como células aisladas, motivo por el cual se presentaban dificultades al pretender la integración de distintas fuentes de datos, sumado al hecho de que al no existir una definición conjunta para homogeneizar los parámetros de transformación y sistemas de referencia usados para crear los datos, tampoco se facilitaba el aseguramiento de la exactitud posicional de los elementos representados; entre otras dificultades.

En el año 2008 la empresa implementó un nuevo avance tecnológico en la administración de la información con la puesta en marcha del Sistema de Información Geográfica corporativo SIG PAE, a través de la tecnología ArcGIS; una innovación en el tratamiento de los datos que generó la evolución desde una simple visualización a escala de las instalaciones de superficie y el área operativa, hacia un sistema integrador de

elementos representativos de los activos de la compañía, vinculados a bases de datos geográficas que permitían acceder a su información y características, distribuidos espacialmente sobre imágenes satelitales de alta resolución y modelos digitales de terreno, que permiten brindar un mayor grado de realismo sobre la representación del área operativa. La implementación de SIG PAE generó un nuevo ámbito de trabajo común al servicio de la operación, poniendo al alcance de los usuarios un entorno colaborativo para que los distintos sectores puedan compartir información relevante de su área operativa con el resto de la compañía a través de un mismo canal, poniéndola a disposición para la planificación y gestión de proyectos; y a su vez, permitiendo que otros sistemas transaccionales puedan vincularse a través de sus bases de datos, tanto para el envío como para la recepción de información generada en otros sistemas de la compañía.

El proyecto inicialmente fue gestionado por la Gerencia de Medio Ambiente y la Vicepresidencia de Operaciones de la UG GSJ. La implementación estuvo a cargo del área IT GIS (Information Technology - Geographic Information System); que al ser el sector con mayor conocimiento sobre funcionalidades SIG asumieron la coordinación entre los sectores operativos de todas las unidades de gestión de la compañía para realizar la adecuación, normalización e integración de la información que se vincularía a SIG PAE; a través de procesos que se dejaron descriptos en el procedimiento inicial donde se establecieron los objetivos, alcances, términos, definiciones, responsabilidades, procesos y subprocesos operativos, etc. Como parte del equipo de Cartografía de la UG GSJ de PAE y estudiante de la Tecnicatura en SIG y Teledetección de la UNPSJB, he tenido la posibilidad de participar desde el inicio del proyecto en el año 2007, las instancias de planificación, la transición entre sistemas, las pruebas en ambiente de testeo, la puesta en producción de SIG PAE y su implementación desde el rol de soporte operativo especialista (Key User) para la asistencia de los nuevos usuarios.

Si bien SIG PAE ha logrado consolidarse como la principal herramienta de consulta sobre la ubicación e información de instalaciones de superficie y áreas operativas de la compañía, los cambios tecnológicos, la dinámica en la estructura de la organización por movimientos en sectores, puestos y personas, tuvieron un impacto significativo en los procesos de creación, mantenimiento y gestión de datos en el SIG

corporativo, generando desvíos en el desarrollo previsto en el procedimiento inicial. En el año 2016, la readecuación de funciones en mi puesto como Analista Senior del área Cartografía SIG, de la Gerencia de Proyectos e Instalaciones de la UG GSJ de PAE, me ha permitido profundizar el conocimiento sobre los procesos vinculados a la información que alimenta las bases de datos de SIG PAE; trabajar en equipos multidisciplinarios con usuarios de sectores operativos de diferentes gerencias, una interacción que me permitió conocer con mayor detalle la diversidad de necesidades de información y los inconvenientes que deben sortear para conseguir los datos de base para realizar los análisis que requieren. Adicionalmente, al comenzar a formar parte del Comité SIG como nexo entre las solicitudes de los usuarios de la UG GSJ y el área IT SIG, me ha permitido ampliar el alcance hacia temas más específicos como el análisis operativo de nuevas implementaciones, testeo y validación de futuras funcionalidades y nuevas tecnologías SIG que se desarrollan a nivel corporativo; una interacción que abrió nuevos horizontes y me permitió alcanzar una mejor interpretación de las necesidades operativas y las posibilidades tecnológicas que requiere su implementación.

Como parte del desarrollo de acciones de mejora continua en el área de Cartografía SIG que consideren los requerimientos operativos de datos confiables, y teniendo en cuenta las posibilidades de evolucionar hacia niveles de análisis e interpretación de los datos con mayor profundidad que ofrecen nuevas tecnologías como Big Data, Business Intelligence, Data Analytics entre otras, se identifica la necesidad de readecuar el rumbo que debería tomar el SIG haciendo indispensable asegurar la disponibilidad de información completa, actualizada, precisa y consistente. De forma que la implementación sistematizada de la Gestión de Calidad de Datos en SIG PAE permitirá generar un ámbito organizado, estructurado y con reglas claras que permitan una eficiente administración de la información para los usuarios, los editores y otros sistemas vinculados de la compañía.

La tesis de Licenciatura en Geografía “La Gestión de Calidad de Datos aplicada al Sistema de Información Geográfica de una empresa operadora de petróleo y gas - Estudio de caso: Pan American Energy LC - Unidad de Gestión Golfo San Jorge” se enfocará en la revisión de la situación inicial del SIG corporativo en cuanto a la gestión de datos, la tarea de los editores, los métodos y procesos vinculados a SIG PAE, y los

aspectos de control y monitoreo de la calidad de la información del período 2020-2021, correspondientes a la Unidad de Gestión Golfo San Jorge.

1.2. INTERROGANTES

- ¿Los actuales procesos definidos en SIG PAE son suficientes para alcanzar una adecuada administración de los datos?
- ¿Es aplicable la implementación de un sistema de gestión de calidad de datos en un SIG corporativo?
- ¿La implementación de la gestión de calidad de datos en SIG PAE requiere la adecuación de los procesos actualmente definidos?
- ¿Se pueden definir indicadores para medir la calidad en un SIG corporativo?

1.3. HIPÓTESIS

La implementación de la Gestión de Calidad de Datos en SIG PAE permite disponer de información eficiente, completa, actualizada y auditada, tanto para los usuarios como para los sistemas vinculados de la compañía; y lo posiciona en la compañía como una fuente confiable de datos para la evaluación de proyectos y toma de decisiones operativas.

1.4. OBJETIVOS

A fin de estructurar las acciones que serán consideradas para el desarrollo de la primera etapa de implementación de la gestión de la calidad de datos en SIG PAE que se describe en la tesis de Licenciatura en Geografía se establecen los siguientes objetivos.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Contribuir a la mejora continua de la gestión de la información y reformular los procesos que permiten disponer de información eficiente, completa, actualizada y auditada, en el SIG corporativo de la Unidad de Gestión Golfo San Jorge de la empresa Pan American Energy LC.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y analizar el alcance inicial de los roles y responsabilidades que intervienen en los procesos de llegada y modificación de datos operativos en el SIG corporativo.
- Identificar los sistemas vinculados y requerimientos de información que cada uno de ellos tiene sobre los datos de SIG PAE, para establecer una clasificación de los atributos que permita diseñar un plan de acción priorizando necesidades operativas.
- Diseñar una metodología que permita auditar la calidad de los datos de SIG PAE GSJ a través de un indicador de calidad que permita medir el estado inicial de los datos en las capas de información, y posteriormente sea aplicable al monitoreo del grado de avance en la mejora de los datos.
- Definir los nuevos procesos que guiarán la gestión de la información en SIG PAE.
- Elaborar documentación que permita establecer el nuevo alcance de los roles incorporados en los procesos de gestión de la información y difundirlos de manera oficial a través de los canales establecidos por la compañía.
- Realizar propuestas sobre la base de la mejora continua para contribuir a la evolución del sistema de gestión de calidad de datos en SIG PAE.

1.5. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Si bien desde hace siglos la humanidad ha puesto esfuerzos en reducir las distancias físicas entre las personas de diversos lugares del planeta mediante las conquistas de nuevos territorios y los vínculos comerciales intercontinentales, fue la

globalización el proceso que realmente rompió los paradigmas y se impuso como un fenómeno mundial que atravesó múltiples esferas en la vida de las personas, y generando profundas transformaciones que fueron posibles gracias a “la aceleración de los ritmos de apertura económica y de los intercambios de mercancías y servicios, la liberalización de los mercados de capitales que conforman las bolsas de valores de todo el mundo, y la revolución en las comunicaciones y la informática que lograron conectar el tiempo real con el espacio” (Estefanía, Joaquín, 1998; 14). Los mercados financieros evolucionaron en la medida que lo permitieron el crecimiento tecnológico y la inversión de capitales, generando un movimiento masivo de grandes volúmenes de capitales que superaron ampliamente las economías nacionales y permitieron un grado de autonomía tal que han vencido las barreras de control económico, social y político de los países, y se facilitaron las comunicaciones con un nivel de inmediatez sin precedentes (Estefanía, Joaquín, 1998, 21). Este contexto de alta movilidad de finanzas, bienes y servicios entre países, corporaciones e instituciones a escala global ha derivado en una ampliación de horizontes, un mayor conocimiento del territorio y en la exploración de nuevos métodos para el intercambio eficaz de información en el ámbito de la información geográfica y los datos no han quedado ajenos a los impactos de la globalización (Estefanía, Joaquín, 1998).

Hernández Faccio y Flores de Cuellar (2012) señalan que en las últimas décadas existió un importante crecimiento en el interés sobre el volumen, la exactitud y la precisión de la información geográfica, favorecido por el desarrollo de internet, la evolución e innovación tecnológica, las demandas de la sociedad y las empresas y los requisitos de una comunidad internacional que busca alcanzar el desarrollo sostenible. Gracias al creciente interés por la información geográfica, surgen nuevas posibilidades en cuanto a métodos y fuentes para la captura de datos, como ser las imágenes satelitales de alta resolución, las mediciones en el terreno con equipos GNSS, la difusión de los SIG y el aumento en la accesibilidad a los servicios de internet; avances que generan nuevos niveles de desarrollo como en el caso de la Geomática, que se enfoca en el estudio de la superficie terrestre apoyada en herramientas informáticas como son la Informática, la Geodesia, la Topografía, la Cartografía, la Fotogrametría, la Teledetección, los SIG y las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) que

comprenden aplicaciones, técnicas, sistemas y recursos orientados al tratamiento y análisis de la realidad geográfica (Hernández Faccio y Flores de Cuellar, 2012; 70).

La Geografía ha aportado una visión espacial generalizada a otros campos de conocimiento y aplicación, como nuevas miradas de la realidad (Buzai *et al*, 2016;14). El hecho de haber logrado una amplia difusión de los Sistemas de Información Geográfica en múltiples ámbitos y disciplinas ha generado que profesionales no geógrafos puedan hacer geografía sin conocer los aspectos conceptuales incorporados en estos sistemas, con los riesgos que esto implica. Siendo el problema del nivel de la calidad de la información geográfica una de las principales preocupaciones, dado que en la medida que aumentan los requerimientos de datos, su volumen de almacenamiento, diversidad temática y formas de aplicarlos, también se incrementará la exigencia sobre su calidad.

A mediados de la década de 1970 aparecen las primeras aplicaciones de software con datos geográficos, denominadas Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS en su acrónimo inglés). En este estadio inicial, la gestión de la información geográfica solo tenía como objetivo la creación de un mapa; y estaban dirigidos a personas especialistas en interpretar cartografía ya que sólo ellos podían extraer información útil para la gestión o análisis. Cuando los avances tecnológicos permitieron vincular la tecnología informática con la gestión y análisis de la información, tanto los productores de SIG como la industria de las aplicaciones comenzaron a requerir mayores capacidades que permitieran integrar servicios en sus entornos operacionales e intercambiar información y servicios entre distintos proveedores; una situación que volvía imprescindible establecer acciones que normalicen la información geográfica para que puedan transmitir correctamente sus propiedades, situación, distribución, relaciones, etc. Como la producción cartográfica era una actividad reservada para organismos especialistas que inicialmente no interactuaban entre sí, no había patrones homogéneos para el tratamiento de la información geográfica; y pese a algunos intentos anteriores, fue recién a partir de la década de 1990 cuando se avanza concretamente en el desarrollo de normativas internacionales para homogeneizar la representación e interoperabilidad de información geográfica (Vitturini y Fillottrani, 2008; 2).

En 1992 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) convocó a una Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en la ciudad de Río de Janeiro, Brasil; que puede considerarse un importante hito en la jerarquización de la información geográfica, dado que en este contexto fue calificada como “crítica para la toma de decisiones y para poder solucionar problemas de diferente naturaleza acerca de los cuales allí se debatía (protección medioambiental, cooperación internacional, desarrollo sostenible, etc.) a diferentes niveles jurisdiccionales (global, regional, nacional y local)” (Inierto y Nuñez, 2014). Al término de la conferencia se firmaron los llamados Principios de Río, una serie de consensos en los que se destacó la importancia de poner al alcance del público la información sobre el medio ambiente que estuviera en manos de las autoridades estatales, y la necesidad de que fueran los Estados quienes faciliten y fomenten la participación de la ciudadanía una vez que se pusieran a disposición los datos. El cumplimiento de estos compromisos asumidos requería de la recopilación de datos provenientes de los diferentes Estados participantes, momento en el que comienzan a evidenciarse incompatibilidades como la ausencia de modelos unificados para las estructuras de las bases de datos geográficos, la carencia de criterios comunes para la nomenclatura de objetos, divergencias en la interpretación conceptual, la representación cartográfica de los elementos, diversidad en formatos de intercambio, entre otras complejidades (Inierto y Nuñez, 2014, 18).

La preocupación que generó la calidad de los datos obtenidos en la recopilación, hizo visible la necesidad de construir un camino hacia la conformación de estándares; que en 1994 llevó al Organismo Internacional de Estandarización ISO a crear el Comité Técnico ISO/TC211 “Información Geográfica - Geomática”, el cual fue conformado para coordinar los esfuerzos de normalización de los 23 países miembros, y generar compromisos con organismos internacionales como el CEN/TC 287, la ICA (Asociación Cartográfica Internacional) y el Digital Geographic Information Working Group, proyecto colaborativo de la OTAN que dio origen a las normas DIGEST.

Hablar de calidad asociada a la información geográfica no debería ser opcional, considerando que tiene un alto valor político dado que permite establecer políticas en sectores como la agricultura, el transporte, el desarrollo regional, el medio ambiente, entre otros. Es un problema de suma relevancia, que junto a la preocupación por el

desarrollo sostenible han sido plasmadas en el Tratado de Amsterdam en 1997 como uno de los objetivos clave de la Unión Europea; en donde también se reconoce que ya sea de forma directa o indirecta, todos los objetivos de la ONU tienen vinculación con lo geoespacial. En 2010 la ONU elaboró el informe Iniciativa de las Naciones Unidas sobre la Gestión Global de la Información Geoespacial en el que señala que el nuevo contexto en el que se incrementan las fuentes de datos, “el desafío de las agencias oficiales de cartografía para los siguientes cinco a diez años será, definir y mantener los estándares de calidad y los regímenes actuales de información con respecto de los datos que el gobierno requiriera para efectos de cumplir con sus operaciones” (Ariza López y Rodríguez, 2018; 110), planteando el desafío para que se desarrollen acciones que permitan producir datos espaciales de calidad que sean útiles para lograr una buena planificación y que colaboren en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU.

En este contexto de altos requerimientos y expectativas sobre la calidad de la información geográfica es interesante recuperar el artículo de Caprioli y Tarantino (2004) en el que analizan la importancia que tiene la calidad de los datos en el marco de un SIG, el aumento en la demanda de geodatos con un elevado nivel de calidad desde múltiples disciplinas, y en un momento donde se pueden conseguir datos geográficos desde diferentes orígenes y generados con diversos niveles de calidad, se genera una calidad global indeterminada, que suma más incertidumbres que certezas; inconvenientes que llevan a reforzar la necesidad de contar con normas que permitan evaluar en forma homogénea los distintos conjuntos de datos. Además, resumen los aportes de las principales iniciativas que han desarrollado normativas y/o estándares en busca de la normalización de la información geográfica, como Open GIS Consortium (OGC), el Comité Técnico ISO/TC 211, el Comité Europeo para la Normalización CEN/TC 287, la Infraestructura de Datos Espaciales Canadiense (CGDI), la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales de Estados Unidos (NSDI), las Normas de Intercambio de Información Geográfica Digital (DIGEST), entre otros; y hacen especial mención a los parámetros de calidad aplicados a los datos, que fueron desarrollados a partir de los criterios de la norma americana Spatial Data Transfer Standard (SDTS), precursora en

diseñar un método para definir y desarrollar la calidad de los datos SIG, a partir de la precisión, resolución, consistencia y completitud.

Las diferentes normativas en materia de calidad de la información geográfica a lo largo de las últimas décadas han sido aplicadas en diversos ámbitos, tanto públicos como privados. Un caso de éxito a nivel gubernamental ha sido el del gobierno de Finlandia, que estableció una estrategia nacional para mejorar la eficiencia operacional de la administración, basada en la comunalidad y la interoperabilidad de los datos, a través de la que buscaba mejorar la productividad del sector público como un factor clave para alcanzar la competitividad nacional. El objetivo de este plan era lograr que la información geográfica se levante sólo una vez y pueda ser compartida con distintos usuarios y/o sistemas; pero para ello es necesario asegurar que tenga la calidad suficiente y pueda satisfacer todas las necesidades posteriores. Para lograr el cumplimiento del objetivo en los conjuntos de datos geográficos base de Finlandia se definieron como exigencias de calidad: el uso de medidas de calidad normalizadas (ISO 19138), el uso de indicadores de calidad normalizados, la definición de los requisitos de calidad a partir de las necesidades de los usuarios, la aplicación de procesos de gestión de calidad claramente descriptos y medibles, la ejecución de auditorías internas para la información geográfica y sus procesos asociados, la realización de comprobaciones independientes de la calidad por terceros y a través de métodos aprobados; y como punto relevante, informar sobre la calidad de la información geográfica en sus metadatos (Ariza López, 2013; 7).

Si bien cuando se habla de calidad en el contexto de las empresas es habitual hacer una rápida asociación con la producción de bienes o servicios y no desde sus datos; y este hecho sucede incluso al interior de las organizaciones, es por eso que recién en las últimas décadas se empezó a tomar conciencia en el ámbito corporativo de que la información representa uno de los principales activos de las compañías por ser un recurso clave para el análisis, la gestión y la toma de decisiones; y hace imprescindible asegurar niveles de calidad aceptables, adoptando metodologías que aseguren la calidad de su información. Si bien no he logrado encontrar ejemplos que tengan como objeto de estudio el trinomio: SIG, calidad de datos y gestión de la organización, la búsqueda me ha llevado a ejemplos donde se desarrollan al menos dos de estas

dimensiones en conjunto. Un ejemplo es la Tesis de Grado en Ingeniería Informática “Gestión de la calidad de los datos en la empresa”, presentada en el año 2017 por Alejandro Jiménez Martín de la Universidad Politécnica de Madrid, España; en la que por el tipo de formación y especialidad el análisis está centrado en el desarrollo de una solución de tipo tecnológica sobre la estructura de los datos de una empresa, es destacable el análisis que realiza sobre el impacto positivo que produce implementar un sistema para gestionar la calidad de los datos en las empresas. En el que, a pesar de no incluir a la información geográfica, su estudio demuestra lo imprescindible que es para las organizaciones contar con datos de calidad para tomar decisiones adecuadas; destacando además que aquellas organizaciones que procuran que la calidad y el gobierno de los datos formen parte de su estructura empresarial, son las que van a generar un crecimiento sustancial económico y una importante ventaja competitiva frente a aquellas que no lo hacen. Uno de sus principales aportes es la sugerencia de implementar un sistema de gobierno de datos (Data Governance) como un método de control sobre los datos, y su reflexión al afirmar que para las organizaciones alcancen todo su potencial es fundamental que analicen la calidad de sus datos. Otro ejemplo en el que desarrolló una investigación sobre calidad en las organizaciones ha sido la Tesis de Maestría en Gestión de Calidad “Diseño de un sistema de gestión de la calidad para una microempresa” elaborada por Myriam Herrera Mendoza, de la Facultad de Estadística e Informática perteneciente a la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México desarrollada en el año 2008. Es un estudio que si bien presenta una orientación hacia la parte organizacional y el impacto del sistema de calidad en las ventas, hace un interesante análisis sobre los beneficios y consideraciones a tener en cuenta al momento de implantar un sistema de gestión de la calidad basada en la norma internacional ISO 9001:2000 en una microempresa; haciendo énfasis en la relevancia de los recursos humanos, ya que el éxito en cualquier tipo de implementación organizacional estará directamente vinculado a las personas que estarán a cargo del desarrollo, testeado, puesta en funcionamiento y seguimiento de cualquier sistema.

2. CAPÍTULO II - MARCO CONCEPTUAL

El desarrollo de la tesis está basado en tres pilares fundamentales: los Sistemas de Información Geográfica, que conforman el SIG corporativo considerado como objeto de estudio; la calidad de datos, un concepto multidisciplinar que requiere ser analizado y adaptado a los criterios propios del ámbito de aplicación; y la Gestión de la Calidad, un sistema que permite aportar orden y metodología a los procesos, que dada su amplitud y flexibilidad bien puede ser aplicado para la ejecución de servicios como para la producción de insumos.

2.1. MARCO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La conceptualización de los Sistemas de Información Geográfica resulta compleja, pues engloban e integran áreas y actividades muy diversas, por ello se retoman algunas de las definiciones más aceptadas como la desarrollada por el NCGIA (National Center of Geographic Information and Analysis) de Estados Unidos, que dice que *“un SIG es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión”* (NCGIA, 1990); otra definición es la desarrollada por Santovenia Díaz *et al* (2009) que profundiza sobre la potencialidad de los SIG al considerarlo una integración organizada de hardware, software y datos geográficos, diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de solucionar dificultades complejas relacionadas con los procesos de planificación y gestión. Ambas definiciones tienen una visión más integral que contrasta con la elaborada por Celada Pérez *et al* (2012) y otros que definen a los SIG como un sistema informático que gestiona una base de datos con información espacial georreferenciada, que se diferencia de un sistema CAD por relacionar información geométrica (puntos, líneas, áreas) con información temática de una base de datos; a pesar de ofrecer una óptica más reduccionista, es importante destacarla ya que es una visión lo suficientemente extendida como para generar

desconocimiento y confusión entre aquellos que no provienen directamente del ámbito de la tecnología de la información y los SIG.

Siguiendo la definición de Celada Pérez *et al* (2012), los SIG son sistemas informáticos compuestos de herramientas software y hardware. El hardware está conformado por la parte física, son todos los componentes necesarios para el almacenamiento, los sistemas para la visualización y representación, más las redes informáticas que permiten la interconexión e intercambio de la información geográfica con otros sistemas. En cambio, el software es la parte lógica de un SIG, que está compuesta por las bases de datos y el software de procesamiento SIG.

Los SIG aportan importantes herramientas para la realización de procesos de manejo, análisis, descubrir relaciones y patrones, y la modelación de datos geográficos para la resolución de problemas territoriales. Su evolución tecnológica y desarrollo han permitido que se vuelvan casi indispensables en organizaciones dedicadas al “manejo de recursos naturales, transporte, seguridad, educación, desarrollo urbano, catastro, gestión inteligente de redes de telecomunicaciones, de energía eléctrica, etc., y en aquellas actividades en las que se necesita resolver problemas territoriales” (Castillo Villanueva e Iturbe Posadas, 2006; 2).

A lo largo de las décadas, el uso de la tecnología de los SIG ha ido ampliando sus ámbitos de aplicación, puesto que el crecimiento de internet le permitió abandonar la exclusiva esfera de las organizaciones productoras de cartografía y llegar a un mayor número de usuarios productores y consumidores; haciendo que los SIG se transformaran en una potente aplicación informática para la gestión de información espacial que podría ser utilizada desde múltiples dispositivos fijos y móviles, facilitando el intercambio de la información geográfica con fuentes de diversos orígenes por medio de las redes de internet (Celada Pérez *et al*, 2012); y llegando a ser aplicada en campos tan diversos como investigaciones científicas, arqueología, medicina, gestión de recursos humanos, evaluaciones de impacto ambiental, gestión de activos, planificación urbana, cartografía, sociología, geografía, marketing, logística, minería, petróleo y gas, medicina, por citar algunos ejemplos de uso.

Un SIG considera a la vez aspectos de organización, políticas de uso, la participación de los diferentes tipos de usuarios, los análisis espaciales y una multiplicidad de interacciones, pero fundamentalmente cuenta con el enfoque o punto de vista propio de quien lo genera y lo adapta para alcanzar un eficiente proceso de elaboración y procesamiento que le permitan gestionar la toma de decisiones basada en información confiable (Morales *et al*; 2012; 119).

El éxito de un proyecto SIG se verá determinado en gran medida por el nivel de preparación que tenga el personal en los diversos tópicos de especialización que demande el tipo de proyecto SIG, la forma en que se aplican los procedimientos en el manejo, análisis y modelado de los datos, y por supuesto, por la calidad de los datos geográficos; que deberían ser considerados como relevantes, no sólo por el tiempo y costo que implica su creación, sino porque “en función de la calidad de los datos será la calidad de la información resultante” (Villanueva e Iturbe Posadas, 2006; 2).

2.1.1. DATOS

En lo cotidiano suele ser común la confusión entre los términos “dato” e “información geográfica” sean utilizados como sinónimos, aunque tienen significados diferentes. el Dato es producto de una observación, el hecho bruto que representa una realidad compleja y dinámica, que no está exento de errores; en cambio la Información Geográfica se caracteriza por tener un contenido más elaborado (Hernández Faccio y Flores de Cuellar, 2012; 71).

Tal como lo señalan Celada Pérez *et al* (2012), la parte lógica de los SIG está conformada por las bases de datos; las cuales están compuestas de datos, que según la definición de Hernández Faccio y Flores de Cuellar (2012) podemos definirlos como un producto de la observación, un hecho bruto que representa una realidad compleja y dinámica, y que al ser subjetivo, no está exento de errores. En función de sus características, Hernández Faccio y Flores de Cuellar (2012) afirman que los datos pueden ser descriptos por:

- Posición: que indica el emplazamiento de una entidad geográfica en función de su ubicación absoluta (sistema de coordenadas y proyección cartográfica) y/o ubicación relativa (en relación con otros puntos);
- Atributos temáticos o variables: que aportan información sobre las características de la entidad;
- Tiempo: permite ubicar el momento del hecho geográfico en la escala cronológica;
- Relaciones espaciales: son las conexiones entre entidades geográficas, que se pueden referir a la proximidad, a características comunes, etc.;
- Dimensión: que considera las dimensiones que tiene cada objeto geográfico (puntos: 1 dimensión; líneas: 1 dimensión, polígonos: 2 dimensiones, objetos con volumen: 3 dimensiones).

A partir del tipo de información que representan los datos se clasifican en:

- Datos de Referencia: son aquellos que sirven como información básica y tienen información geográfica para que cualquier usuario o aplicación pueda referenciar sus datos; cumplen el mismo papel que la cartografía básica. Aportan información precisa, permiten cruzar datos de distintas fuentes y para interpretar datos al situarlos en un ámbito geográfico. Generalmente provienen de fuentes de observación y captura directa en el terreno: fotogrametría, levantamiento topográfico, etc. (Iniesto Alba y Núñez Andrés, 2014; 27). Son útiles para describir una zona, y como base para referenciar cualquier otro conjunto de datos temáticos (sistema de coordenadas, redes de transporte, relieve, hidrografía, etc.) (Maganto *et al*, 2012; 60).
- Datos temáticos: son aquellos basados en información geográfica de referencia, que sirven para singularizar o desarrollar algún aspecto de la información que contienen, o para incorporarles información adicional específica. Se clasifican en a) datos temáticos fundamentales: son los datos que refieren a específicamente a un tema en particular y que son necesarios para comprenderlo; b) datos temáticos generales: son datos generales,

propios de la cartografía temática: militar, aeronáutica, forestal, estadística, urbanística, servicios, infraestructura, entre otros (Iniesto Alba y Núñez Andrés, 2014; 29); elaborados en base a datos de referencia a los que se le agrega información para describir temáticas específicas (hidrografía, geología, climatología, economía, etc.) (Maganto *et al*, 2012; 60).

2.1.2. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Una conceptualización destacable por provenir de un marco legal específico como la Ley sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica de España (LISIGE), donde se define como datos geográficos a “cualquier dato que en forma directa o indirecta refiera a una localización geográfica” (Iniesto Alba y Núñez Andrés, 2014; 27).

Hernández Faccio y Flores de Cuellar (2012), afirman que los datos pueden convertirse en Información Geográfica cuando son almacenados en forma sistemática, se les incorpora la variable espacial y permiten ser consultados, explotados y/o combinados para producir nueva información (Hernández Faccio y Flores de Cuellar, 2012; 71); una definición más amplia que la aportada por la LISEGE, dado que no sólo involucra la ubicación espacial sino que también incluye una referencia al uso y la generación de nueva información a partir del dato inicial.

Aunque la definición que más se alinea con la temática de la tesis es la desarrollada por Ariza López (2013), que los llama datos geográficos y establece que entran en esta categoría todos aquellos datos que informan/contestan a una serie de preguntas tales como: dónde, cuándo, cómo, cuánto; y profundiza en el concepto al señalar que el dato geográfico tiene varias dimensiones: espacio, tiempo, atributos, etc., que cada una de esas dimensiones puede ser evaluadas en función de los componentes de calidad de los datos geográficos, que son la exactitud posicional, la exactitud temática, la exactitud temporal, la coherencia lógica, la compleción, su linaje, etc. (Ariza López, 2013; 10).

2.1.2.1. CICLO DE VIDA DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Para lograr una adecuada gestión de los datos geográficos es necesario comprender en detalle las distintas etapas en las que se va transformando un dato a lo largo de su ciclo de vida; que Ariza López (2013) describe a partir de 4 fases principales.

- La primera etapa se la denomina Captura, vinculada a los procesos de toma de datos, que se realizan con equipos y metodologías específicas; se la considera fundamental dado que condicionará los niveles de calidad que pueda ofrecer posteriormente. Por ello es importante tener los instrumentos debidamente calibrados, seguir un método adecuado, realizar una toma de datos cuidadosa, que la misma sea realizada por personal formado y con las habilidades necesarias.
- La segunda etapa es la de Procesado, que son todas las transformaciones que se aplican al dato crudo y así obtener un dato adecuado según el uso que se pretenda de él, mediante la selección de aquello que sea útil y el descarte de lo que no sea requerido; como ser: las transformaciones de coordenadas, de formatos, de soportes, de modelos de datos, etc. Al igual que en la primera etapa, los métodos, el orden de las operaciones, los parámetros de control y del instrumental tienen una elevada importancia dentro del ciclo de vida de los datos.
- La tercera etapa es la de Uso, que dura mientras cualquier interesado puede usar los datos; la principal relevancia de esta fase es que está en manos de los usuarios y queda expuesta a múltiples posibilidades que pueden generar distintos niveles de error que afecten al dato; por ello el uso supone que se realice mediante un proceso específico con el que se alcance la utilidad buscada y reducir los errores como en cualquier procesado.
- La cuarta y última etapa del ciclo de vida de los datos es el Archivo, que implica el almacenamiento del dato una vez que se concluye su vida útil ya sea por haber terminado su periodo de vida útil o por haber sido reemplazada por uno más actual, y se lo deja guardado para cuando sea necesario analizarlos retrospectivamente. Las ventajas del almacenamiento digital permiten que el

dato no se degrade, aunque tampoco está exento de pérdidas de información si no se cuidan adecuadamente los soportes, no se cuenta con programas adecuados para la lectura de los ficheros, o incluso si los archivos no son correctamente archivados o documentados.

Si bien estas cuatro fases pueden ser aplicadas a cualquier tipo de datos, y no son exclusivas de la información geográfica, son de suma importancia dado que permiten estructurar el proceso de reflexión y formalización previa que permitirá alcanzar los niveles de calidad buscados (Ariza López, 2013; 12).

2.1.2.2. BASES DE DATOS GEOGRÁFICAS

Las bases de datos geográficas o Bases de Datos Geográficas Digitales (BDGD) como las denominan Castillo Villanueva e Iturbe Posadas (2006), pueden ser definidas como un conjunto de capas geográficas en formato digital, en el que cada capa de datos representa elementos de la superficie terrestre delimitadas en tiempo, territorio y descripciones cuantitativas y cualitativas en función del objetivo del proyecto SIG; una definición más enfocada en la representación de la información, por lo que podría ser considerada parcial.

La ONU ofrece una definición que profundiza más el concepto y se refiere a las Bases de Datos Geográficas como una colección lógica de información geográfica interrelacionada que se administra y almacena como una unidad, comprendiendo antecedentes sobre la ubicación de las características del mundo real y sobre sus particularidades en relación con su entorno (ONU, 2010). Posteriormente, en 2012 Ballejos y Giorgetti desarrollan el concepto sobre las bases de datos geográficas y las caracterizan como una colección de archivos que contienen información interrelacionada, que administran grandes volúmenes de datos organizados en una estructura simple y regular, que pueden ser consideradas bases de datos espaciales o geográficas cuando además proporcionan una relación entre datos espaciales y otros no espaciales, que permiten conocer la localización de sus objetos. En esta misma línea podemos recuperar la definición elaborada por Barriga Vargas *et al* (2012), en la que sostienen que cuando se almacena información geográfica, las bases de datos son

espaciales y temáticas ya que contienen los objetos cartográficos como la posición, el tamaño y la forma, junto a sus características no geométricas, como son los atributos alfanuméricos, y la información topológica que permite definir sus características individuales; pero además profundiza el concepto haciendo énfasis en requisitos muy importantes que deben tenerse en cuenta en la administración de una base de datos geográfica, al afirmar que lograr un almacenamiento adecuado de los datos geográficos es un factor crítico para lograr un procesamiento y comprensión óptima, evitando la redundancia y facilitando la aplicación de las funciones de análisis espacial (Barriga Vargas *et al*, 2012; 113).

Las Bases de Datos Geográficas están compuestas por datos espaciales que pueden ser modelados a partir de tres tipos de representación: a) la vectorial, que grafica los objetos con geometrías básicas como puntos, líneas o polígonos y geometrías topológicas como son los arcos y nodos; b) la ráster, basada en píxeles que contienen valores y se encuentran organizados en mallas; y c) los datos alfanuméricos, que son los que describen el contenido no geográfico de los objetos espaciales (Ballejos y Giorgetti, 2012; 242). En cuanto a la estructura de las BDGD vectoriales se pueden identificar tres tipos: a) la de tipo CAD o de diseño asistido por computadora: con elementos geométricos de tipo puntos, líneas y polígonos, que no poseen reglas topológicas y son creados mediante dibujos manuales; b) la georrelacional: en la que los puntos, líneas y polígonos tienen una lógica geográfica y una base de datos de atributos asociados e interrelacionados; y c) la geodatabase o base de datos geográfica: contiene elementos geográficos y atributos asociados que están almacenados íntegramente en un sistema manejador de bases de datos (Castillo Villanueva e Iturbe Posadas, 2006).

La administración de las bases de datos geográficas es un punto de alta relevancia, por lo que tal como plantean Castillo Villanueva e Iturbe Posadas (2006), para alcanzar una mayor efectividad en los procesos de manejo y análisis de las BDG es aconsejable tener en cuenta que la construcción de BDGD debería hacerse bajo un modelo de datos geográficos SIG, a partir de una estructura georrelacional y que respete las consideraciones geográficas y cartográficas pertinentes al área de interés y proyecto en particular; y para que sean consideradas eficaces, también deberían poder recrear

las leyes y lógicas geográficas existentes en la realidad, respetando las reglas de conectividad y compartición entre los objetos geográficos.

Cuando no se tienen en cuenta estas premisas, se hace vuelve imposible realizar análisis espaciales tanto básicos como complejos, ni tampoco se pueden aplicar procesos de modelado de datos, y fundamentalmente, se corre el riesgo de obtener resultados imprecisos y erróneos. Lo que nos lleva a otra de las preocupaciones inherentes a la calidad de los datos: su contenido. En este sentido, vale destacar una frase popular entre los productores de datos: “garbage in - garbage out” (entra basura - sale basura) que rescatan Castillo Villanueva e Iturbe Posadas (2006), un dicho muy utilizado en el ámbito de los SIG, que hace referencia a que cuando la calidad de los datos que se ingresan a una BDGD es pobre, los resultados que se obtienen también lo serán.

Todo lo mencionado anteriormente permite desarrollar una perspectiva más amplia sobre la complejidad que implica el diseño de bases de datos geográficas; ya que no deberían tenerse en cuenta como células independientes, sino que es necesario desarrollar una visión integral en la que se definan cuidadosamente el propósito que tendrán, establecer en forma clara quiénes serán sus usuarios, identificar cuáles serán las fuentes de información disponibles, precisar la estructura, contenido y organización que tendrán los datos; especificar el método con el que se ingresarán los datos, prever los procesos para el análisis y explotación de la información, y planificar los procedimientos que aseguren una actualización permanente (Barriga Vargas *et al* 2012).

Cuando se trabaja con bases de datos geográficas digitales organizadas son mayores las posibilidades de ofrecer un grado de efectividad superior y podrán ser más útiles para los objetivos propuestos. Entre las múltiples ventajas que se obtendrán se puede mencionar: que resultará más sencilla su administración; los datos estarán almacenados en forma prolija y centralizada, facilitando la labor de los productores y las búsquedas de los usuarios; al ser creadas en forma estructurada y estandarizada, permitirán la ejecución de comprobaciones sobre ellas; y fundamentalmente, aun en aquellos casos en que hayan sido generadas por diferentes usuarios podrán ser

interconectadas entre sí, y permitirán que múltiples usuarios y sistemas puedan utilizarlas desde diferentes aplicaciones (Ballejos y Giorgetti, 2012; 243)

2.1.2.3. REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La lógica de la representación espacial no apareció de la mano de la tecnología y los sistemas de información geográfica, sino que sus antecedentes pueden remontarse hasta cientos de siglos atrás, como en el caso de los hombres del Cromagnon que hace más de 15000 años atrás realizaban pinturas rupestres para registrar los animales que cazaban y los asociaron con trazas lineales que se cree podrían relacionarse con las rutas de migración de estas especies. Si bien este tipo de representación es un antecedente histórico y parte de una suposición, el hito más emblemático en el método geográfico fue el trabajo realizado por el Dr. John Snow, un pionero en la epidemiología, al cartografiar en un mapa la incidencia de los casos de cólera del distrito de Soho en Londres, en 1854; generando un esquema de una situación real que le permitió localizar con precisión la ubicación de un pozo de agua contaminado que supo ser la fuente causante del brote, a partir de la representación con puntos de la localización de las personas afectadas de cólera y con cruces los pozos de agua de los que bebían los enfermos (Santovenia *et al*, 2009).

Tal como mencionan Hernández Faccio y Flores de Cuellar (2012), la información geográfica es ofrecida en forma de mapas o capas de información temática, acompañados de sus metadatos debidamente creados según protocolos estandarizados que permitan garantizar el origen y la calidad de dato. La forma en que se representa la información geográfica es tan importante como su contenido; ya que el diseño que se aplica en los elementos desplegados en un entorno SIG junto a la adopción de normativas y estándares desarrollados por la cartografía, son vitales para lograr que una representación cartográfica alcance una transmisión correcta y una comunicación eficaz.

Cuando se realiza un adecuado tratamiento cartográfico de los geodatos se facilita su acceso, lectura e interpretación; por lo que a lo largo del desarrollo de la

ciencia cartográfica se han ido diseñando diferentes estrategias que han permitido resumir las características de un territorio o los fenómenos que ocurren sobre él y trasladarlas a un mapa; entre las que podemos mencionar el uso de escalas de reducción para modificar el tamaño del territorio representado a partir de la reducción en la cantidad de información mostrada; la aplicación de proyecciones cartográficas; la utilización de mapas temáticos para representar los diversos fenómenos que ocurren sobre un mismo punto de la superficie del Planeta; la creación de lenguajes cartográficos que permitan comunicar visualmente la mayor cantidad de información al lector, de forma rápida y eficaz. Estos son algunos de los métodos creados oportunamente para la representación tradicional en formato papel, pero que aún se mantienen vigentes en la actualidad y son aplicados en el desarrollo de los SIG, las IDE y la publicación de servicios web. Es importante tener presente la relevancia que tienen las variables visuales y sus propiedades receptivas, ya que son la base de la semiología gráfica (estudio de los signos), y el conjunto de reglas que garantizan la comunicación por medio de un sistema de signos (Moya Honduvilla *et al*, 2012).

La simbolización es un proceso de simplificación y abstracción en el que se clasifican y jerarquizan los fenómenos geográficos, para facilitar su visualización y comprensión. Cada símbolo es una representación convencional de un elemento, cuyo diseño requiere de procesos de evaluación que garanticen la correcta comprensión del mensaje que intenta transmitir, en los que se examinan las capacidades *semánticas* (en qué medida el símbolo representa el mensaje), *sintácticas* (relaciones entre el conjunto de imágenes) y *pragmáticas* (la relación entre el símbolo y el usuario) (Moya Honduvilla *et al*, 2012; 140).

En el caso de Argentina, el Instituto Geográfico Nacional ha diseñado el Manual de Signos Cartográficos, en el que se establecen los signos y normativas para el diseño de las cartas topográficas de la República Argentina, y consideraciones generales acerca de las normas de publicación, el correcto uso de los signos y abreviaturas, las dimensiones que deben respetarse al dibujarlos, etc. (IGN, 2010); una herramienta de suma utilidad para algunas escalas de representación, pero que podría ser de mayor aplicación si marcara pautas para aquellas que no fueron incluidas en el manual, dado

que deja abierto el camino a una libre interpretación que atenta contra la normalización del diseño de simbología a escalas más grandes en niveles locales.

Por último, y no menos importante, es relevante tener en consideración la exactitud posicional de la información geográfica. Los geodatos son representaciones teóricas derivadas de la interpretación del mundo real, que se apoyan en un marco de referencia y un sistema de coordenadas para ser distribuida espacialmente a través de sus valores de la latitud, la longitud y altura o cota, expresadas en un sistema dado; y que debe ser debidamente expresado, para facilitar su correlación y superposición con información geográfica que provengan de distintos orígenes (Hernández Faccio y Flores de Cuellar, 2012).

2.1.2.4. IMPORTANCIA DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Desde el origen de las instituciones cartográficas han monopolizado el control y generación de la información geográfica, ya que la falta de conocimientos específicos, los altos costos de los equipos requeridos para el trabajo de campo y la centralización de este tipo de actividades por los organismos estatales no favorecían la participación de los agentes privados. Recién a partir del último cuarto del siglo XX se inició el proceso de democratización y descentralización de la producción de información geográfica, con la aparición de nuevos desarrollos tecnológicos e informáticos, el sistema global de navegación por satélite GNSS, la disponibilidad de imágenes satelitales y la reducción en los costos en los equipos y la infraestructura; factores que permitieron incluso el incremento de participación del sector privado (Hernández Faccio y Flores de Cuellar, 2012).

La apertura en la producción de información geográfica a nuevos ámbitos no exclusivos de la producción cartográfica ha derivado en nuevos usos, métodos e interpretaciones, alcanzando un mayor nivel de difusión y relevancia a nivel social, cultural, económico, etc. En este sentido es interesante el análisis que realiza Ariza López (2013) sobre la importancia de la información geográfica en un nuevo marco al que denomina la Sociedad de la Información y del Conocimiento (SIC), caracterizada por una

globalización económica y cultural a la que se llega por medio de una revolución del conocimiento favorecida por el constante avance científico y tecnológico; basado en las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC). Sostiene que la SIC abrió la era postindustrial, identificada por una superabundancia de información; que se vio acompañada por una mayor democratización en la producción de cartografía, un proceso en el que la información geográfica que en principio “era utilizada por un conjunto reducido de personas con unos perfiles muy concretos y con gran formación técnica (por ejemplo, militares, ingenieros, científicos) ha pasado a ser utilizada por el gran público, por la sociedad civil en su totalidad, sin distinción de edad o de otras características” (Ariza López, 2013; 3). Otros aspectos relevantes que generaron necesidades globales de información geográfica han sido la influencia de las decisiones políticas de potencias mundiales como Estados Unidos, los eventos internacionales como crisis medioambientales, terremotos, etc., a cuestiones militares y de cooperación militar internacional; pero fundamentalmente a oportunidades de negocio globalizado; generando lo que el Departamento de Trabajo de los EE. UU. ha denominado una mega tendencia (Ariza López, 2013;4).

Esta nueva Sociedad de la Información y el Conocimiento (Ariza López, 2013) está marcada por ser una era digital en la que tanto la información como sus soportes son igualmente importantes; está caracterizada por el uso de datos provenientes de distintas fuentes, con escalas y calidades diferentes, y por la escalabilidad que tendrán los datos, considerando que se puede generar información geográfica con niveles de detalle muy precisos que pueden ser usadas en niveles superiores. Características de alta relevancia que “requerirán de un importante esfuerzo normativo de especificación y de control de su calidad” (Ariza López, 2013; 7). Otra observación interesante que realiza el autor señala que más que de información geográfica ya deberíamos empezar a hablar de Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), al considerar a las TIG como un sector que ha madurado, que tiene un peso social y económico relevante; que cuenta con el reconocimiento como elemento estratégico de las administraciones, que valoran a la información geográfica como la base para el desarrollo de una buena gobernanza por parte de ellas; además ve a las TIG como un sector económico que debería ser desarrollado por su gran potencialidad económica y los beneficios que puede aportar a

la sociedad; ya que la normalización y la calidad podrían ser herramientas claves del éxito y de las economías de escala (Ariza López, 2013; 6).

En la misma línea, también resaltando la importancia de la información geográfica, Hernández Faccio y Flores de Cuellar (2012) destacan su importancia en la toma de decisiones, retomando algunos análisis como el de Metternicht que señala que cerca del 80% de la información que necesitan y usan los gobiernos tienen un componente geoespacial; y el de Bernhardsen que establece que la recopilación de información geográfica en los proyectos SIG representan entre el 60% y 80% de su coste total. Otro punto de vista que recuperan es el del estudio de Moreno, en el que destacan de forma indirecta la importancia de hacer un uso organizado y planificado de la información geográfica, ya que en un contexto de necesidad y consumo global de datos surgirá una multiplicidad de productores de información geográfica que vendrá acompañada de una diversidad de formatos, dificultades para determinar cuáles son los geodatos disponibles; sumados a desconocimientos sobre su ubicación, quién los produjo, bajo qué métodos; entre otros inconvenientes que provocan una descoordinación administrativa que podría derivar en malos o ineficientes productos, la duplicación de gastos y en decisiones incorrectas (Hernández Faccio y Flores de Cuellar, 2012; 72).

En el ámbito de las organizaciones la información se utiliza para responder a sus necesidades, ya sea como apoyo en la toma de decisiones o como insumo para los procesos o grupos de interés; de modo que es de suma relevancia asegurar que la información que se utiliza para realizar análisis y apoyar las decisiones cumpla con los criterios de oportunidad, confiabilidad, completitud, pertenencia y utilidad. Asimismo, tal como se trabaja con los datos, de igual manera es fundamental concentrar esfuerzos en desarrollar la capacidad de interpretación y análisis en aquellas personas que participan en la definición de las políticas, estrategias y mecanismos de seguimiento, evaluación y control; ya que de su pericia dependerá el correcto uso de los datos (MINTIC, 2016).

2.1.2.5. CARTOGRAFÍA Y LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La cartografía realiza modelos de la realidad, que son representados como información geográfica que es presentada en forma de productos como mapas o conjuntos de datos geográficos, o bien como servicios, que pueden ser utilizados como base o información que al ser analizada permitiría desarrollar proyectos, planes y políticas; lo que lleva a Ariza López (2013) a reflexionar sobre el papel de la cartografía y su importancia considerando las consecuencias reales que tiene su hacer sobre el medio y la sociedad, y el modo en que puede afectar a las personas en su vida, bienestar, derechos y obligaciones; motivo por el que las administraciones encargadas de crear y gestionar la información geográfica deben procurar alcanzar niveles de calidad adecuados (Ariza López, 2013; 10).

En la misma línea, Celada Pérez *et al* (2013) describen someramente parte del proceso de producción de la información y sostienen que la creación de un SIG se inicia con la captura de la información, continua con el tratamiento de dicha información geográfica para estructurarla y uniformarla dentro del modelo de datos relacional que se haya diseñado, que luego permita la realización de consultas y análisis. Además, destacan que, si se toma en cuenta que el éxito de un SIG dependerá de la calidad de los datos espaciales, estos serán un factor determinante en el nivel de calidad de los resultados obtenidos. En cuanto a la difusión, finalidad principal de los SIG, sostienen que, si bien comenzó centrada en forma exclusiva en la producción de cartografía impresa, posteriormente los avances tecnológicos actuales han permitido pasar hacia la creación de servicios de información geográfica y funcionalidades SIG en la red (Celada Pérez *et al*, 2013; 96).

En cuanto al papel de la cartografía en la producción de información geográfica, Ariza López (2013) desarrolla una idea algo polémica ya que según su parecer es una actividad que debería estar entendida dentro del campo de las ciencias tecnológicas, y más específicamente en el área de ingeniería; y que considera que tendría que estar orientada hacia la producción de bienes y servicios, y más concretamente a la producción de modelos métricos sobre cualquier realidad que rodea al ser humano, y

que tenga como objetivo facilitar la toma de decisiones. Es una afirmación que comparto a medias ya que, si bien considero que no habría que desestimar los aportes provenientes de la ingeniería, en el contenido metodológico y estructura para el tratamiento y organización de la información geográfica y sus procesos; también es cierto que expresa una mirada parcial que no toma en consideración a los aportes del resto de las disciplinas que intervienen en la producción de la información geográfica como la cartografía, la geodesia, la topografía, la geografía, entre otras.

Para describir la producción de la información geográfica Ariza López (2013) propone un diagrama para en el que sintetiza el modo en el que a partir de la observación del mundo real y de los puntos de vista de quienes lo observen, cuando se aplican procesos de abstracción, modelización, captura y depuración se pueden obtener conjuntos de datos geográficos; que pueden ser analizados y a los que también se les pueden incorporar nuevas informaciones y conocimientos, para construir nuevas fuentes de información para el desarrollo de políticas, planes y proyectos; que a su vez podrían utilizados para modificar una realidad, que puede volver a ser capturada en forma de nuevos datos geográficos (Ariza López, 2013; 9).

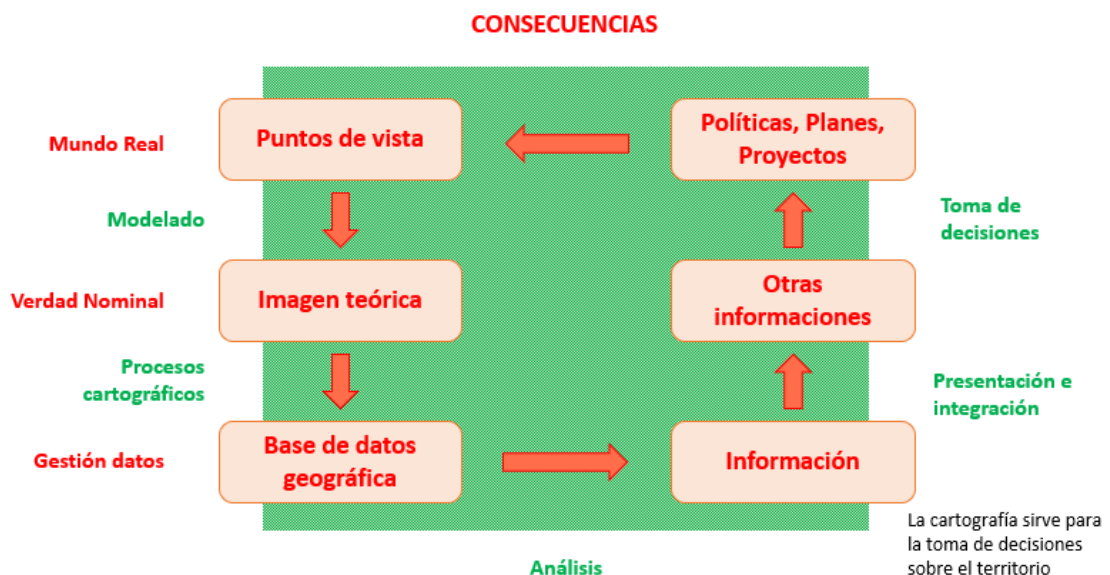


Figura 1 - Cartografía como herramienta para la actuación sobre el territorio. Elaboración propia a partir de Ariza López (2013)

Una vez que se definen las necesidades, alcances y requerimientos de un proyecto SIG es importante no entrar directamente en la fase de captura de datos, sino comenzar con el diseño y planificación del contenido que se pretende incorporar, tomar conocimiento del uso que se le dará a la información, la forma en que se trabajará con ella, los parámetros y/o normas de calidad que puedan tener alcance sobre los datos del proyecto, definir la estructura y criterios de interpretación que guiarán el diseño de las bases de datos geográficas, etc. La evaluación y diseño preliminar realizada al inicio de un proyecto no solo permitirá reconocer las mejores alternativas para brindar una representación de la información geográfica clara y precisa, sino que también será una actividad fundamental dado que condicionará los niveles de calidad de la información geográfica que se ofrecerá, y que también tendrá un importante impacto en las expectativas y necesidades de aquellos que la utilicen.

2.1.2.6. INCERTIDUMBRES QUE AFECTAN A LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

En la producción cartográfica y análisis de la información geográfica al trabajar con datos espaciales y modelos se generan procesos de alta complejidad, en los que se concatenan transformaciones de datos y/o modelos que aumentan los niveles finales de incertidumbre. Las tres formas más habituales de incertidumbres que afectan a la información geográfica son: a) Error: es la diferencia entre el valor de una propiedad de un objeto, medido con un error desconocido, y el valor verdadero de la misma propiedad, del mismo objeto, medido sin error (referencia). Este error puede ser medido si se dispone de una definición clara; b) Vaguedad: aparece cuando hay definiciones pobres y escasamente documentadas, también puede derivar del trabajo con objetos borrosos o con escasa información; c) Ambigüedad: surge cuando no hay acuerdo en la definición de los objetos, faltan definiciones específicas o hay diferencias de opinión (Ariza López, 2013; 9).

Si tomamos como referencia el ciclo de vida de los datos geográficos definido por Ariza López (2013) podemos identificar que dentro de la fase de captura los niveles de incertidumbre pueden aumentar debido al uso de instrumental sin calibrar o no

adecuado, por el uso de métodos incorrectos, por ejecutar procesos sin los cuidados requeridos, o bien por actividades ejecutadas por personal que no posee la formación o habilidades requeridas. Durante la etapa de Procesado, pueden influir las mismas variables que en la fase anterior, aunque también cuentan las falencias en el orden de las operaciones, la ausencia o insuficiencia de parámetros de control, entre otros. En la fase de Uso se continúa aumentando el nivel de incertidumbre, ya que a las anteriores se le suma la aplicación del proceso específico para alcanzar el uso deseado por parte del productor de la información geográfica, de modo que en esta etapa también influirá la correcta elección del método, la pericia del productor y el tipo de tratamiento que se le aplique a los datos. Una vez que finaliza la vida útil del dato, ya sea de modo temporal o definitivo, se avanza hacia la fase de Archivado para que puedan ser recuperados posteriormente; un momento en el que los inconvenientes pueden surgir a partir del formato de almacenamiento y sus incompatibilidades en los programas para acceder a ellos, el uso de nomenclatura incorrecta para identificarlos, una escasa o nula planificación para el armado de la estructura de las carpetas que contendrán los archivos.



Figura 2 - Incremento de los niveles de incertidumbre en las fases del ciclo de vida de los datos.

Elaboración propia a partir de Ariza López (2013).

2.2. MARCO CONCEPTUAL DE LA NORMALIZACIÓN

Cuando se habla de la Normalización es común utilizar conceptos tales como norma, estándares, recomendaciones o especificaciones, que utilizados como sinónimos pueden generar confusiones; es importante definir la interpretación que se hace sobre cada uno para hacer un uso adecuado de ellos:

- Norma: es todo aquel documento que armoniza aspectos técnicos de un producto, servicio o componente que define una organización oficial de normalización; por ejemplo, ISO. Se las considera normas de derecho.
- Estándar: documento o práctica diseñado por empresas, instituciones u organismos, cuyo uso está aceptado y cumple con funciones similares a una norma, pero que no han sido validados por organismos de normalización; un ejemplo son las especificaciones del OGC (Open Geospatial Consortium) que define los formatos DXF, DGN, Shapefile, TIFF, PDF, etc. Son las llamadas normas de hecho.
- Recomendación: son lineamientos que promueve un organismo que pretende armonizar prácticas y usos dentro de una comunidad específica, a partir de un consenso previo. Su éxito dependerá del grado de influencia que tenga el organismo que la propone.
- Especificación: es la descripción técnica, detallada y exhaustiva de un producto o servicio, con toda la información para producirlos. Algunas pueden ser adoptadas como normas o estándares (Maganto, 2012; 59).

Analizar las diferencias conceptuales permite la comprensión de los términos y se logra entender que, la estandarización constituye un nivel inicial en el que internamente se establecen las prácticas, criterios y especificaciones que mejor se adecuan a la organización; mientras que la normalización puede ser considerado un estadio superior en la que ya que no se ven involucradas las definiciones la organización, sino que voluntariamente se somete a los lineamientos establecidos por un organismo externo, para que a través de sus normas le permita homogeneizar los procesos que guían las actividades propias de la compañía y/o institución.

2.2.1. ESTANDARIZACIÓN

La Real Academia Española (RAE) define a la Estandarización como “un tipo, modelo, patrón o nivel”, con una clara referencia hacia la perspectiva homogénea que llevada al ámbito de la información geográfica podría ser entendida como una guía que indica el camino a seguir al momento de producirla; de modo que pueda ser administrada en forma eficiente en el marco de un SIG o cualquier otro tipo de base de datos geográficas relacionales. Si bien se trata de un concepto muy utilizado en la actualidad asociado a la tecnología, en su origen estaba plenamente vinculado a la producción de bienes.

Se remonta a fines del siglo XIX cuando en la época de la Revolución Industrial, la aparición de maquinarias permitió avanzar desde una elaboración netamente artesanal hacia un nuevo tipo de manufactura en la que cada productor elegía sus propios métodos para la fabricación de elementos. Una característica general de esta fase era que, aun cuando dos piezas elaboradas por diferentes productores sirvieran para un mismo fin, no existían compatibilidades de ningún tipo entre ambas; dado que se privilegiaba la idea de que el consumidor eligiera una de las posibilidades y generara una dependencia en su consumo de la que no podría desprenderse (recambios, reparaciones, etc.). La expansión de los intercambios comerciales por fuera de las zonas de producción junto a la necesidad de transportar los bienes y personas hasta los principales puntos de comercialización, dio paso a la aparición del transporte ferroviario y así se abrió el camino hacia la estandarización con la definición de algunos consensos mínimos en la fabricación de insumos para facilitar la compatibilidad entre manufacturas realizadas por diferentes personas y distintos sitios; aunque realmente podría considerarse que los hitos fundamentales a nivel global fueron las dos guerras mundiales, que forzaron la búsqueda de interoperabilidad en la fabricación de los materiales y los procesos que la guían, debido a la necesidad de repartir la producción entre distintas empresas que trabajarían en forma paralela, desde distintos sitios, y a partir de especificaciones comunes. Estas circunstancias llevaron a la elaboración de procesos de normalización para el ámbito industrial, que sirvieron de base para la conformación de la Asociación Internacional de Normalización: ISO en el año 1947 (Ariza López y Ureña Cámara, 2014; 81).

2.2.2. ESTANDARIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Dentro del campo de la geografía la estandarización se inició en el siglo XIX con la definición de normativas para la producción de mapas, con un enfoque más concentrado en la representación cartográfica que en la información en sí misma. A mediados del siglo XX los avances en materia de tecnología informática y su aplicación al análisis geográfico llevaron la atención hacia la normalización de la información geográfica. En los años 1970 se empiezan a desarrollar los primeros estándares y definiciones de los formatos de intercambio, que en la década de 1980 comenzaron a formalizarse a través de las primeras normativas enfocadas en la información geográfica; a fines del siglo XX se consolida el proceso de normalización con la creación del OGC (Open Geospatial Consortium) y el Comité Técnico ISO/TC 211 (Erba *et al*, 2012; 231).

García García y Rodríguez Pascual (2008) definen a los estándares como “cualquier documento o práctica, que sin ser norma, está consagrado y aceptado por el uso y cumple una función similar a la norma” (García García y Rodríguez Pascual, 2008; 12). En esta definición se incluyen a todos los documentos de tipo normativo que no hayan sido elaborados por un organismo oficial de normalización; pueden ser conocidas como estándares o como normas de facto o normas de hecho. Algunos ejemplos de estándares son las especificaciones de Open Geospatial Consortium, los formatos DGN, shape. etc.

Tal como lo sostienen Maganto *et al* (2012), la adopción de estándares en el ámbito de la información geográfica ofrece múltiples ventajas:

- definir correctamente el significado de los datos a intercambiar
- al usar formatos consensuados no se reducirá la calidad de la información, ya que se evitará cualquier conversión de formatos para que sean interoperables
- reducir los costos de implementación y mantenimiento del software
- evitar las duplicaciones en la producción de datos
- mejorar la interacción y colaboración entre instituciones y clientes entre sí (Maganto *et al*, 2012; 59).

Si bien hubo importantes contribuciones desde diversos organismos nacionales e internacionales, Caprioli y Tarantino (2004) han sintetizado las iniciativas más representativas en el campo de la estandarización de la información geográfica, y que han generado importantes aportes en el camino hacia la normalización y la consolidación de normas de aplicación internacional:

- CEN / TC 287 del Comité Técnico Europeo para la Estandarización. Creado para desarrollar un conjunto de normas para especificar la metodología para la representación de la información geográfica; un trabajo que dejó en evidencia la necesidad de contar con un modelo de calidad para la información geográfica.
- CGDI (Canadian Geospatial Data Infrastructure - Infraestructura de Datos Espaciales Canadienses). Organismo establecido por el Comité Inter-Agencias de Geomática para generar la colaboración entre el gobierno canadiense y la industria que permitiera desarrollar una infraestructura que facilitara la recolección, gestión y difusión de la información geoespacial en internet.
- NSDI (National Spatial Data Infrastructure - Infraestructura Nacional de Datos Espaciales). Organismo de Estados Unidos creado para el desarrollo de normas, políticas y procedimientos que permitan la recolección, gestión e intercambio de eficaz de datos geoespaciales, bajo la supervisión del Comité Federal de Datos Geográficos (FGDC: Federal Geographic Data Committee).
- Normas de Intercambio de Información Geográfica Digital (DIGEST: Digital Geographic Information Exchange Standards): surgen del Grupo de Trabajo de Información Geográfica Digital (DGIWG) conformado por países miembros de la Organización del Tratado del Atlántico Norte: OTAN (Bélgica, Canadá, Dinamarca, Estados Unidos, Francia, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal y Reino Unido) que buscaban desarrollar un formato estándar para el intercambio de datos geoespaciales para uso militar. Las normas DIGEST definen reglas y convenciones para intercambiar

datos de tipo ráster, vectoriales o matriciales a nivel internacional y establecen el Vector Relational Format (VRF) desarrollado por el Departamento de Defensa de EE. UU.

- Estándar de Transferencia de Datos (SDTS: Spatial Data Transfer Standard): fue implementado como norma de distribución para para los datos geográficos de todas las ramas de gobierno de EE. UU; se encuentra bajo supervisión del US Geological Survey. Es un estándar que se caracteriza por requerir de un informe sobre la calidad de los datos, en el que se analizan el linaje, la precisión posicional, la precisión de los atributos, la consistencia lógica y la completitud de los datos (Caprioli y Tarantino, 2004; 36).

Tabla 1 - Iniciativas para la estandarización de la información geográfica (Elaboración propia adaptado de Caprioli y Tarantino, 2004; 36)

2.2.3. NORMALIZACIÓN

Según la definición de la Asociación Española de Normalización (AENOR), la Normalización es un conjunto de actividades que consisten en la elaboración, difusión y aplicación de normas como una manera de establecer soluciones productivas a situaciones repetitivas (Ariza López, 2013). “Son una forma de compilar y diseminar ideas sobre cómo desarrollar actividades productivas y de calidad. Las normas destilan conocimiento, proporcionan un lenguaje común, favorecen la discusión técnica y científica, sirven de base para los mercados y permiten resolver algunos problemas de externalidades. Son un lenguaje, una forma de documentación y comunicación técnica” (Ariza López, 2013; 41).

En una definición más amplia, Camisón *et al* (2006) afirman que “La normalización consiste en la elaboración, difusión y aplicación de normas, que pretenden ser reconocidas como soluciones a situaciones repetitivas o continuadas que se desarrollan en cualquier actividad humana. La normalización tiene como objetivo unificar criterios, mediante acuerdos voluntarios y por consenso entre todas las partes implicadas (fabricantes, usuarios, consumidores, centros de investigación, asociaciones,

colegios profesionales, administración pública y otros agentes sociales), para elaborar normas sobre cualquier tipo de producto o proceso, basadas en la experiencia y el desarrollo tecnológico, que son aprobadas por un organismo de normalización reconocido, y con un objetivo de beneficio óptimo para la comunidad. Se trata, pues, de una actividad colectiva. Es además una actividad racionalizadora, que permite inyectar orden en un mundo complejo, que podría ser caótico sin normas de referencia comunes. La normalización facilita la adecuación de los productos a los usos a que van destinados, protege la salud laboral y del consumidor, así como el medio ambiente, previendo los obstáculos al libre comercio y fomentando la cooperación tecnológica” (Camisón *et al*, 2006; 347).

Las normas pueden ser creadas por demanda y para ser desarrolladas intervienen distintos actores: empresas, administraciones, investigadores, etc.; una participación heterogénea que pretende asegurar que las normas puedan conjugar y responder a aspectos tales como la regulación de los productos y servicios, las presiones del mercado y hasta la adopción de buenas prácticas que conviene extender (Ariza López, 2013; 42). Las normas pueden tener su origen en el seno de las propias organizaciones, formalizándolas a través de documentos tipo guías de trabajo o estándares, en los que se establecen especificaciones de cumplimiento obligatorio, y que a la vez se pueden constituir como instrumentos de gran importancia para el aseguramiento y la calidad dentro de la organización. Un segundo origen de las normas son los organismos de normalización que cuentan con una actividad reconocida a niveles nacionales, regionales e internacional; y que se caracterizan por recoger conocimientos y recomendaciones científico-técnicas que surgen de la experiencia, orientadas a la simplificación, unificación y clasificación de los procesos y productos, dentro de un ámbito temático y territorial determinado. Estos organismos reconocidos se ocupan de los trabajos de preparación y publicación, tanto de normas propias como de normas procedentes de otros organismos (Ariza López, 2013).

La adopción de normas ofrece múltiples ventajas, entre las principales se encuentran: la definición de una clara ruta de implementación, la simplificación y transparencia de los procesos de desarrollo; el refuerzo de las relaciones entre productores y usuarios, disminuir los costes de búsqueda, incrementar la confianza en

el consumidor, permite establecer legislaciones, alcanzar una mayor eficiencia del mercado; mejorar la difusión del conocimiento y promocionar el comercio. Ariza López (2013) sintetiza las ventajas afirmando que la mayor virtud de la normalización es que “permite hacer predecible el resultado de sus operaciones” (Ariza López, 2013; 39), con un evidente enfoque en los resultados; en cambio en Camisón et al (2006) elaboran una síntesis desde el punto de vista de los procesos, considerando que las normas de calidad son las que permiten orientar tanto la dirección de los estándares de los productos y servicios, como también los requisitos que debe respetar un Sistema de Gestión de Calidad para asegurar que los niveles de calidad no sean inferiores a los definidos y comunicados a los clientes.

Para que estos beneficios se mantengan en el tiempo, es necesario que los sistemas se mantengan tan vivos y activos como la propia sociedad y los sectores sobre los que se enfocan; por eso deben acomodarse constantemente para seguir siendo efectivas; si se pretende que sean efectivas cuando tengan tasas de renovación relativamente altas. Si bien podrían parecer antipáticas y hasta se podrían pensar que limitan la creatividad y libertad, las leyes son normas y son necesarias para el desarrollo de las sociedades; y aun cuando representan una cesión voluntaria de la libertad individual, se hace para alcanzar un beneficio mayor, ya sea para la sociedad o una organización (Ariza López, 2013).

2.2.4. NORMALIZACIÓN EN LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Del mismo modo en que nadie se imagina tener que comprarle un tornillo directamente al fabricante de un automóvil por tratarse de un modelo o marca determinada, sino que el usuario espera que ese tornillo esté ajustado a norma y tenga características estandarizadas, de modo que no tenga que depender del fabricante o una solución tecnológica en particular. Esta situación impensable en el ámbito automotriz, si sucede en el campo de la información geográfica; ya que hasta hace poco tiempo existía información geográfica en diferentes formatos lo que implicaba problemas para acceder a los datos, dificultades para trabajar con formatos de software propietario, pérdidas de información en los procesos de conversión; que se sumaban a

las complicaciones que generaban los procesos no basados en estándares sino en objetivos particulares, dado que no siempre se podían compartir los datos para ser utilizados por terceros. La experiencia adquirida a lo largo del tiempo ha permitido comprender que “la verdadera solución consiste en establecer una normativa de ámbito lo más amplio posible que permita materializar mecanismos de intercambio, interoperabilidad y distribución de información geográfica digital” (García García y Rodríguez Pascual, 2008).

En el ámbito de la Cartografía la normalización ha sido reconocida por las instituciones cartográficas desde hace varias décadas, con un enfoque inicial orientado hacia la creación de normas destinadas a las actividades de producción y aprovisionamiento. Recién en la década de 1990 se iniciaron los verdaderos procesos de normalización centrados en los elementos de calidad para la información geográfica; un cambio de visión que dio paso al surgimiento de normas específicas y que evidencian un claro crecimiento del sector de las Tecnologías de la información geográfica (Ariza López, 2013).

Estas tareas de normalización dieron lugar a la creación de las normas funcionales, que “son normas prácticas, funcionales, bien definidas, útiles en un campo de aplicación concreto, producidas en algunas ocasiones por organismos de normalización y en otras sin un organismo oficial de normalización detrás” (García García y Rodríguez Pascual, 2008; 12). Algunos ejemplos de normas funcionales reconocidas son la DIGEST, la S-57 de la Oficina Hidrológica Internacional y la Geographic Data File de OGC, organismo responsable de elaborar la especificación WMS (Web Map Service), la más implementada a nivel mundial por su utilidad y estar bien diseñada.

En un nivel mayor de madurez se encuentran las normas oficiales, elaboradas por organismos nacionales, europeos e internacionales de normalización que se ocuparon de resumir los esfuerzos de diferentes organizaciones, y de ese modo establecer normas más generales. Las actividades normativas se realizan en el marco de los comités técnicos de normalización, son grupos especializados en temáticas específicas, que trabajan agrupando los aportes de todos los actores y organismos que intervienen en el ámbito de la información geográfica, como son las empresas

productoras de software, productores de datos, agencias espaciales, organismos de normalización, asociaciones profesionales, universidades, sector público, etc.

Ariza López recupera un detalle elaborado por Jakobsson y Giversen en el que sintetiza los beneficios de aplicar los métodos y criterios de la normalización en el campo de la información geográficas:

1. Protección de la inversión: documentación; calidad; evitar duplicidad; independencia de normas de la industria.
2. Mejora de la colaboración: en grandes organizaciones con muchos departamentos; facilidad para compartir, intercambiar e integrar datos; mejora de la relación con el cliente.
3. Requisitos de usuario
4. Requisitos legislativos
5. Mejores prácticas (aprender de los otros)
6. Soporte de la investigación

Tabla 2 - Razones de la importancia de la normalización en el campo de la información Geográfica (Ariza López, 2013; 43)

El uso de la información geográfica se ha democratizado en las últimas décadas, generando importantes incrementos en nuevas tecnologías y en el número de usuarios que producen y utilizan los geodatos; un movimiento que también viene acompañado de litigios, principalmente asociados a la exactitud posicional. Un contexto que hace necesario establecer criterios de normalización en múltiples cuestiones derivadas del ámbito de la información geográfica. Esta labor ha sido asumida por instituciones comprometidas en la normalización, tanto del sector como de nuevos campos que se encuentran en desarrollo (Ariza López, 2013). A nivel general existe un consenso pleno sobre la necesidad de tener una única normativa de referencia en el sector, y se asume que ese papel lo cumple ISO (International Organization for Standardization) (García García y Rodríguez Pascual, 2008).

Las primeras iniciativas de normalización en el campo de la información geográfica surgieron de países que eran líderes en su utilización, una situación que los ha llevado a la necesidad de ir reglando ciertos aspectos vinculados a la IG. En Europa, a principios de la década de 1990, los países pioneros fueron Alemania y Francia con la creación del Comité Técnico 287 en el Comité Europeo para la Estandarización; y posteriormente en 1994 se crea el Comité Técnico 211 de la Organización Internacional de Normalización, organismo creador de la familia de normas ISO 19100 de Información Geográfica (Ariza López, 2013).

2.2.5. ORGANIZACIONES INTERNACIONALES DE NORMALIZACIÓN

Los organismos de normalización son instituciones con actividad normativa reconocida a diferentes niveles (nacional, regional e internacional), dedicados a centralizar la preparación y publicación de normas propias y normas provenientes de otros organismos, y participan junto a otros organismos similares en foros de mayor nivel. Algunos de los organismos normalizadores de mayor relevancia son: las normas DIN de Alemania, las normas AFNOR de Francia, las normas BSI de Inglaterra y las normas ANSI de Estados Unidos (Ariza López, 2013; 40).

2.2.5.1. ISO: ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL PARA LA ESTANDARIZACIÓN

La International Organization for Standardization (ISO) es la organización internacional de normalización en calidad más importante. La denominación ISO “procede del término griego *isos*, que significa igual. Se tomó esta opción a fin de que el nombre de la organización fuese el mismo en todos los idiomas. Se creyó más apropiado tomar este acrónimo que el que deriva normalmente de su nombre (IOS), para poner el énfasis en que es una organización ocupada en eliminar las diferencias que pueden trabar las relaciones comerciales internacionales” Camisón *et al*, 2006; 16).

Fue creada en 1946 como una federación mundial de instituciones nacionales de normalización, con el propósito de “facilitar la coordinación y unificación internacional de los estándares industriales” en todos los campos excepto el electrotécnico y el electrónico que son competencia del IEC. Su principal objetivo es “la promoción mundial del desarrollo de la estandarización y de otras actividades vinculadas, para facilitar el comercio internacional eliminando las barreras técnicas basadas en la certificación” (Camisón *et al*, 2006; 16). Es la principal organización internacional en el desarrollo de estándares de calidad a nivel global en las tres dimensiones de desempeño (económico, medioambiental, social).

La difusión del enfoque de aseguramiento de la calidad se puede dimensionar al apreciar las cifras de aplicación, para el año 2004 ISO reportaba que los estándares de las familias ISO 9000 e ISO 14000 habían sido implementados en más de 670000 en 154 países. Está conformada por miembros de más de 160 países, e intervienen organizaciones internacionales públicas y privadas que colaboran en la preparación de normas internacionales para casi todas las ramas de la industria bajo la coordinación de ISO (Camisón *et al*, 2006).

Un punto importante sobre las normas generadas por ISO es que son estándares de aplicación voluntaria; dado que al ser una organización no gubernamental carece de autoridad legal para forzar su implantación. Aunque, debido al grado de difusión y aceptación global que tiene, muchas organizaciones y países las han adoptado como parte de su marco regulatorio o como la base técnica de su legislación; logrando normalizar en temas relevantes como el formato de las tarjetas de crédito, las dimensiones del papel, la rosca de los tornillos, los códigos internacionales para la denominación de las naciones, monedas y lenguajes, o el sistema universal de medidas, entre otros (Camisón *et al*, 2006; 17).

La organización está estructurada a través de Comités Técnicos que focalizan en diferentes áreas de estudio por medio de los que se abordan los procesos específicos para cada área de especialidad (Argerich *et al*, 2012; 254).

2.2.5.2. COMITÉ TÉCNICO ISO/TC 211

En el año 1994 se conforma el Comité Técnico ISO/TC 211 Información Geográfica / Geomática; fundada por países miembros (Canadá, Ecuador, Perú y Estados Unidos) y por países que participaron como miembros observadores (Argentina, Colombia, Cuba y Uruguay) (Erba *et al*, 2012; 231); mantiene estrecho vínculo con organizaciones como el Comité Técnico CEN 287 (Comité Europeo para la Estandarización), la ICA (Asociación Cartográfica Internacional) y el Digital Geographic Information Group (Proyecto de la OTAN que desarrolló las normas DIGEST para usos militares) (Caprioli y Tarantino, 2004). Fue creado para desarrollar una familia de normas internacionales que favorecieran la comprensión y el uso eficiente de información geográfica, y así contribuir al establecimiento de infraestructuras de datos espaciales a nivel local, regional y global. Partiendo de la premisa de ISO, se estableció que para normalizar la información geográfica debían adoptarse normas genéricas de tecnologías de la información, y solo en aquellos casos donde no fuera posible se desarrollarán normas específicas de información geográfica (Argerich *et al*, 2012; 254).

Como resultado del trabajo del Comité TC/211 surge un conjunto de normas relacionadas con fenómenos, modelos, procesos y servicios que están directa o indirectamente asociados con una ubicación relativa a la Tierra (ISO TC/211, 2017), que se plasmaron en la redacción de “las normas internacionales relacionadas con objetos o fenómenos que se asocian a localizaciones sobre la superficie terrestre”, y que fueron agrupados en la familia ISO 19100 (Erba *et al*, 2012; 231). Las normas publicadas por el ISO/TC 211 se agrupan en distintas categorías, las normas generales y específicas sobre temas relacionados: Normas de Infraestructura, de Modelos de Datos, para el Manejo de la Información Geográfica, de Servicios de Información Geográfica, de Codificación de la Información Geográfica y para Áreas Temáticas Específicas. En el ISO/TC 211 se produjeron especificaciones técnicas que conformaron inicialmente la familia de normas ISO 15046 que buscaba desarrollar un modelo abstracto de datos geoespaciales y de geo proceso; dejando su implementación en manos de OGC. Existe un total de 76 normas publicadas, y otras 28 que se encuentran en proceso de revisión, incluyendo las actualizaciones (ISO TC/211, 2017).

2.2.5.3. OGC

El Open Geospatial Consortium (OGC) es un consorcio u organización internacional y voluntaria dedicada a la elaboración de estándares; está conformada por más de 300 organizaciones miembro, incluyendo a los principales fabricantes del sector, agencias gubernamentales y universidades, grupos de investigación u organizaciones sin fines de lucro, entre otras. Inicialmente nació con el nombre de Open GIS Consortium, pero su evolución llevó a la organización a abarcar la práctica de la interoperabilidad en los SIG mediante la definición de servicios web con interfaz estandarizada.

El objetivo principal de OGC es definir especificaciones de interoperabilidad por consenso, llevando la filosofía de los sistemas abiertos al mundo de los SIG; a través del desarrollo e implementación de estándares en el ámbito de los contenidos geospaciales. Un trabajo del que surgieron importantes estándares de consenso internacional, como: WMS (servicios web para obtener imágenes de mapas), WCS (servicios web para obtener y consultar coberturas), WFS (servicios web para obtener y editar entidades geográficas y sus atributos asociados, WPS (servicios para procesos remotos), entre otros.

2.2.6. NORMAS ISO 19100 PARA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Considerando la extensión y complejidad de la familia de normas ISO 19100 por tratarse de un sistema normativo que involucra todas las variables que permiten comprenderlo y utilizarlo, resulta de suma utilidad retomar el análisis que realizan Ariza López y Ureña Cámara (2014) que se concentra en las normas más importantes de la familia agrupándolas en 8 bloques temáticos principales: Normas Generales de la familia ISO 19100, Sistemas de Referencia, Modelo espacial y temporal, Metadatos, Ráster y malla, Calidad, Servicios, y Aplicaciones (Ariza López y Ureña Cámara, 2014; 89).

Específicamente en materia de calidad de datos, la Guía de Normas del Comité ISO/TC 211 elaboró 3 normas al respecto: ISO 19113, ISO 19114 y la ISO 19138.

2.2.6.1. NORMA ISO 19113:2002 - INFORMACIÓN GEOGRÁFICA - PRINCIPIOS DE CALIDAD

El objetivo de esta norma internacional es establecer los principios para describir la calidad de un conjunto de datos y conceptos geográficos para el manejo de la información de calidad para los datos geográficos; para facilitar la selección de aquellos que mejor se adecuen a las necesidades o requisitos de la aplicación. Contar con una descripción completa de la calidad de un conjunto de datos fomentará la distribución, intercambio, y uso de los conjuntos de datos geográficos adecuados. La calidad de los datos se puede describir usando dos componentes:

- Los elementos de la calidad de datos, los subelementos de la calidad de datos y los descriptores de cada subelemento de calidad de datos; que permiten describir que tan bien cumple un conjunto de datos con los criterios previstos en las especificaciones del producto y brinda información de calidad de tipo cuantitativa (aspectos medibles):
 - Compleción: presencia o ausencia de objetos geográficos, sus atributos y relaciones.
 - Consistencia lógica: grado de cumplimiento de las reglas lógicas de la estructura de datos, atributos y relaciones (la estructura de datos, atributos y relaciones (la estructura de datos puede ser conceptual, lógica o física).
 - Exactitud posicional: exactitud de la posición de los objetos geográficos.
 - Exactitud temporal: exactitud de los atributos y relaciones temporales de los objetos geográficos.
 - Exactitud temática: exactitud de los atributos cuantitativos y corrección de los atributos no cuantitativos, así como de las clasificaciones de los objetos geográficos y sus relaciones (IPGH, 2013; 50).
- Los elementos generales de la calidad de datos, que proporcionan información general no cuantitativa (cualitativa).
 - Propósito: son las razones de la creación de la base de datos geográfica e información sobre el uso que se le pretende dar.

- Uso: es la descripción de la/s aplicación/es para las que se han utilizado los datos geográficos.
- Linaje: es la descripción de la historia de conjunto de datos geográficos, principalmente en cuanto a las fuentes y pasos del proceso de producción de los datos (IPGH, 2013, 51).

Este tipo de descripción facilita la selección de aquellos conjunto de datos que mejor se adecuen a las necesidades o requisitos del usuario; por lo que resulta relevante desarrollar una descripción completa de aquello que se considera calidad, de modo que los datos puedan ser distribuidos, intercambiados y utilizados (Ariza López y García Balboa, 2008).

2.2.6.2. NORMA ISO 19114:2002 - INFORMACIÓN GEOGRÁFICA - PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DE CALIDAD

Esta norma internacional proporciona un marco de trabajo de procedimientos para determinar y evaluar la calidad aplicable a los conjuntos de datos geográficos digitales, según los principios de calidad de ISO 19113; y para evaluar y reportar los resultados de la calidad de datos, ya sea como parte de los metadatos o para reportar la evaluación de la calidad (IPGH, 2013; 52). El proceso para evaluar la calidad de los datos es una secuencia de pasos para producir y reportar el resultado de la calidad de datos. Los métodos se dividen en:

- Métodos directos: se basan en la comparación o medida; se dividen en internos y externos. En los primeros se usan datos de la propia base de datos geográfica (comprobaciones de la consistencia lógica de la topología), y los externos que necesitan de fuentes externas a la base de datos geográfica (comprobaciones con fuentes externas o salidas de campo). Se pueden aplicar procesos automatizables para controlar el 100% de los datos.
- Métodos indirectos: se basan en estimaciones e informaciones relacionada con la base de datos geográfica, pero con fuentes externas a ella como el conocimiento externo o investigaciones. Son procesos para ser ejecutados por

usuarios avanzados ya que en muchos casos se trata de interpretaciones basadas en la experiencia.

Además de establecer una metodología para la evaluación de la calidad, la norma busca asegurar una base estadística adecuada al proceso que permita reportar la calidad de la información geográfica evaluada (García Balboa y Ariza López, 2008).

2.2.6.3. NORMA ISO 19138:2006 - INFORMACIÓN GEOGRÁFICA - MEDIDAS DE LA CALIDAD

El objetivo de esta norma internacional es establecer una normalización a las medidas de la calidad a aplicar a la información geográfica, ya que el uso de medidas conocidas facilita su interpretación y uso para los productores y/o usuarios. Para normalizarlas es necesario definir las adecuadamente, y son denominadas componentes técnicos:

- **Nombre**: es el que se da a la medida; si existe uno anterior se debe usar ese, sino proponer uno adecuado.
- **Alias**: es otro nombre o abreviatura utilizada para referirse a la medida; pueden usarse más de uno.
- **Elemento de calidad del dato**: según ISO 19113.
- **Subelemento de calidad del dato**: según ISO 19113.
- **Medida básica**: referencia a la medida básica que se aplica al caso y según lo establecido en esta norma.
- **Definición**: determina el concepto fundamental de la medida.
- **Descripción**: describe la medida y sus métodos de cálculo, incluyendo fórmulas, figuras, definición de los tipos de error en los que se basa, etc.
- **Parámetro**: variable auxiliar utilizada por la medida, se puede incluir nombre, definición, descripción, etc. Puede necesitarse uno o varios.

- Tipo de valor: se refiere a la estructura que debe utilizarse para informar sobre el resultado de la calidad, ésta puede ser un dato único, un vector, una matriz, o cualquier otra.
- Fuente: referencia o cita a la fuente(s) bibliográfica sobre la medida de la calidad.
- Ejemplo: ejemplo de aplicación de la medida y de su resultado.
- Identificador: valor entero que actúa como identificador único de la medida en un sistema de registro como ISO 19135.

Las medidas básicas permiten evitar la repetición en la definición de conceptos y evitar problemas o ambigüedades, de modo que sirve como base para desarrollar otras medidas. Se relacionan con dos formas de trabajar propias del control de calidad: el conteo de errores y la estimación de incertidumbre.

Cabe aclarar que las normas ISO 19113, 19114 y 19138 han sido reemplazadas por la nueva norma ISO 19157, que propone un modelo consolidado conceptualmente, pero según el análisis realizado por Ariza López y Rodríguez (2018) aún no ha sido suficientemente aplicado, fundamentalmente en el ámbito de las agencias cartográficas; una situación favorecida por la falta de resolución en algunos aspectos de la nueva norma. Por lo que para el desarrollo del marco conceptual se tomaron en cuenta las normas anteriores, que pese a no ser las más vigentes, tienen un grado de aceptación superior que la nueva versión.

2.3. MARCO CONCEPTUAL DE LA CALIDAD

Tal como lo señalan Camisón *et al* (2006), no existe una definición universal sobre el concepto de calidad, y si bien es un concepto cercano, de uso habitual en el lenguaje coloquial, entendido y aceptado por todos, al hablar de calidad es necesario definir claramente el concepto y el contexto desde el que se utiliza, dado que existen múltiples interpretaciones en función del contexto en que se analice y del tiempo en que haya surgido su definición. Por ejemplo, según el diccionario de la Real Academia Española la calidad es la “propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten

apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie”. Una descripción que permite inferir que la calidad no solo puede definirse a partir de una sola propiedad del objeto considerado, sino que puede describirse a partir de varios factores que definan su calidad. Además, la calidad por ser un valor subjetivo puede ser apreciada y comparada, por lo que cada individuo va a tener una apreciación diferente y a partir de sus propios criterios o patrones realizará su propia valoración de la calidad del objeto en cuestión. Otra definición significativa es la desarrollada por ISO y reflejada en la norma ISO 9000, donde establece que la calidad es el “grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos (necesidades o expectativas establecidas, generalmente implícitas u obligatorias)”. Un punto importante de considerar es el hecho de que cada una de las distintas definiciones toman en cuenta diferentes unidades de análisis (productos, procesos, sistemas, mercado, empresa, sistemas de valor, etc.), y utilizan distintos métodos para evaluarla; una situación que propicia la existencia de definiciones contradictoria o inconsistentes en investigaciones sobre calidad.

Si bien algunos autores sostienen que la calidad no es definible por ser una propiedad absolutamente personal que sólo se puede reconocer por la experiencia; en la práctica se hace evidente la necesidad de contar con una definición de calidad clara y específica, dado que el concepto adoptado mantendrá relaciones causales con otras variables, y permitirá homogeneizar el lenguaje en las organizaciones y favorecer un diálogo constructivo (Camisón *et al*, 2006).

2.3.1. EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE CALIDAD

La calidad es un concepto que ha ido evolucionando desde los últimos siglos, dado que en principio estaba relacionada con la industrialización al ser considerada como la adecuación de un producto a especificaciones establecidas, hasta llegar a una definición más actual que se refiere a “la totalidad de las características de un producto o servicio tal que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas e implícitas”; un concepto que incluye además la aptitud e idoneidad para ser utilizado (Ariza López, 2013; 14).

La preocupación por la calidad ha estado presente en las sociedades desde hace muchos siglos; como por ejemplo en las normas elaboradas por los chinos en el siglo II para fabricar papel o las normas para guiar la fabricación de cervezas en el siglo XVI; y se acentuó sobre todo desde finales del siglo XVIII hasta la actualidad acompañando los grandes cambios en las formas de producción y consumo que aparecen en este periodo. Independientemente de la interpretación que se le daba y la evolución que hubo en las definiciones del concepto de calidad a través de la historia, es importante destacar que siempre estuvo ligada a los procesos de normalización como un método de especificar los requisitos; y aun cuando se van formulando nuevas aproximaciones al concepto de calidad, las anteriores no desaparecen, sino que se readaptan y modifican sus límites de aplicación (Ariza López, 2013).

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA CALIDAD

Etapa Industrial	
Calidad del producto	1775
Calidad del proceso	1924
Calidad del diseño	1945
Etapa actual	
Control total de la Calidad	1956
Círculos de Calidad	1960
Calidad Total	1984
Certificación y Premios	1987

Tabla 3 - Evolución histórica del enfoque de la calidad (Ariza López, 2013; 21)

El camino recorrido por el concepto de calidad tiene como antecedente un período en el que la producción era de tipo artesanal, con artesanos que adquirirían grandes niveles de capacitación a través de sistema de formación gremial, un sistema en el que la comunicación se establecía en forma directa entre el cliente y el productor, y se caracterizaba por los productos siempre hechos a medida. Los hitos posteriores dieron lugar a dos períodos: la etapa industrial y la etapa actual. El periodo industrial abarca un periodo comprendido entre 1775 y 1924; se inicia en la época de la revolución industrial cuando los operarios comenzaron a concentrarse en grandes fábricas, se

abandonó la formación gremial y la comunicación directa con el cliente, por un nuevo sistema que busca la producción masiva por medio de métodos de reducción de costos, buscando reducir las pérdidas de tiempo y los costos a través de la normalización de piezas por medio de especificaciones; que justamente llevó a definir la calidad como la conformidad con una especificación, en una etapa enfocada en la Calidad del Producto (1775 - 1924) y en la que se usaba la estadística para ejecutar controles finales que permitan eliminar los productos que no respondían a las especificaciones. Posteriormente se inicia la segunda fase de la etapa industrial (1924 - 1945) a principios del siglo XX, en la que se avanza hacia un tipo de producción apoyado en la estadística como método para observar la Calidad del Proceso de producción y hacer un seguimiento de los productos obtenidos; en el plano de la normalización se destacaron las Normas Británicas 600 de 1935 y las normas Z-1 utilizadas por Estados Unidos en la Segunda Guerra Mundial, ambas fueron el antecedente del que luego surgieron las normas internacionales de control de aceptación de productos en general ISO 1859 e ISO 3951, incluyendo a la información geográfica. En los años 50, durante la intervención de Estados Unidos en Corea, se detecta que equipos que habían superado los controles de calidad dejaban de funcionar al poco tiempo de usarlos; así fue como aparece el componente temporal de en la observación de la calidad, que hasta ese momento no se había tenido en cuenta. A mediados del siglo XX se inicia la tercera y última etapa de la era industrial denominada Calidad del Diseño (1945 - 1956), en la que se empieza a detectar que los productos que diseñaban los técnicos e ingenieros no eran los productos que esperaban los clientes; así se comienza a incluir la fase de diseño en la planificación de la calidad, dado que es el momento en el que se toman decisiones sobre los materiales, los procesos, los acabados, las prestaciones, etc., es una etapa de mayor trascendencia porque es cuando se puede tener en cuenta la calidad desde lo temporal, la aptitud para ser usado y asegurar la adecuación de producto a las necesidades del cliente.

Durante la segunda etapa del siglo XX se inicia la Etapa Actual en la evolución de la calidad, en la que hubo importantes aportes japoneses basadas en los métodos estadísticos y la responsabilidad de la calidad, que derivaron en normas de calidad que posteriormente se adoptaron en todo el mundo. Se inicia a mediados de los años 50,

con el concepto de Control Total de la Calidad, un sistema en el que se integran los esfuerzos para el desarrollo de la calidad, de modo que se puedan producir bienes y servicios a los niveles más económicos y que puedan satisfacer a los clientes. A principios de los 60, desde Japón surgieron los Círculos de Calidad, formados por personas que se reúnen para analizar y proponer mejoras en las tareas que realizan habitualmente. A mediados de los 80 surge el concepto de Calidad Total, nació como un instrumento de mejora continua que evolucionó hasta ser considerada una estrategia de negocio que vincula los enfoques del negocio y el de la producción; es una filosofía proveniente de Japón basado en cuatro aspectos principales: a) la total satisfacción del cliente, ya que sin él no hay negocio, b) la calidad por encima de todo, como factor estratégico para la empresa, c) la mejora continua, un proceso básico de la empresa para la superación, y d) el máximo compromiso de todo el personal de la compañía. Principios que fueron adoptados por los sistemas de gestión de calidad, un enfoque centrado en los recursos humanos al considerarlos el principal activo de la empresa, y quienes son indispensable para la mejora continua de la calidad de los productos, de la eficacia del funcionamiento y el desarrollo eficaz de los objetivos. Al final de la década aparece la última fase de la evolución de la calidad que se refiere a las certificaciones y premios, las primeras se refieren al reconocimiento documental y público de una empresa que adoptó una norma, ya sea por la forma en que obtiene los productos o por la manera en que gestiona la calidad; en cambio los premios son reconocimientos para empresas que se inscriben de modo voluntario para que una comisión de expertos audite sus sistemas de gestión de calidad y los resultados obtenidos, para galardonar sólo a aquellas que se destacan por su excelencia entre todas las demás (Ariza López, 2013; 20).

El concepto de calidad ha ido evolucionando desde una visión muy limitada en la que únicamente importaba que el producto cumpliera algunos requisitos progresando hasta transformarse en una filosofía y forma de gestión de las organizaciones que abarca todas sus áreas, como una forma de planificar y asegurar la calidad (Ariza López, 2013; 22). Un desarrollo conceptual que se ha adecuando a las necesidades del momento y a la percepción que se tenga de la calidad en cada momento.

2.3.2. MEDIDAS DE LA CALIDAD

“Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora se degrada siempre” (Ariza López, 2013), una frase de Lord Kelvin muy popular en la bibliografía sobre calidad, que sintetiza muy claramente las características de la calidad y su medición, hasta llegar a la mejora continua.

Para establecer la calidad es necesario establecer medidas y contar con mediciones, ya que comparar implica medir y para eso hay que contar con un patrón o criterio externo convencional y aceptado (por ejemplo, el metro) o un patrón interno o propio de cada usuario.

“Las medidas son una forma de hacer objetivas las mediciones” (Ariza López, 2013), si bien se pueden tomar medidas de distintas características del producto o servicio, el grado de satisfacción de los clientes internos/externos, el funcionamiento de los procesos, entre otras; se entiende que algunas serán mejores que otras en función de qué tan bien se adecuan al objetivo buscado. Las medidas deben tener definidas sus propios requerimientos, Ariza López (2013) sostiene que desde el punto de vista teórico los requerimientos para una buena medida son: la robustez, la separabilidad, la invariabilidad e independencia; aunque cuando se piensa desde la óptica de los usuarios, una medida debería ser fácil para calcular, para usar y fundamentalmente, de interpretar.

Las medidas pueden ser obtenidas tanto en la entrada como en la salida de los procesos; las mediciones deben ser realizadas en forma rutinaria para que sus resultados puedan ser incorporados en el sistema de información de la organización, y que puedan ser utilizados en la gestión de control y mejoras. Para realizar las mediciones es necesario contar con las herramientas adecuadas, ya sean gráficos o estadísticas, de modo que sean funcionales, permitan conocer su evolución y evaluar el grado de cumplimiento de las especificaciones de calidad.

Si bien todas las medidas son una observación parcial de la calidad del producto o servicio, son muy importantes en su evaluación dado que son un principio básico de los sistemas de gestión de calidad, y representan la base de los procesos de mejora. Las

medidas permiten tener los procesos bajo control, disponer de información para la gestión y la mejora; y a través de ellas aumentar el conocimiento de los procesos (problemas, relaciones, rendimientos, factores, etc.). Considerando el peso de la subjetividad en la apreciación de la calidad tal como se menciona en el punto 2.2, es importante planificar y definir claramente las características de interés y establecer qué aspectos se van a medir, ya que la planificación y la medición son factores claves para aplicar el ciclo de gestión de calidad en forma eficaz. Las medidas son las que permitirán conocer las discrepancias con respecto a los objetivos y así se puedan reconducir los procesos (Ariza López, 2013; 19), marcando una relación indisoluble entre la medida y la calidad, ya que los niveles de calidad de una característica en particular pueden ser conocidos a partir de su comparación con respecto a un patrón o medida definida.

“La calidad de la información geográfica en la gestión de datos no es un atributo que pueda fijarse en un momento dado y que permanezca para siempre” (Ariza López, 2013; 2), ya que al ser un ámbito de alto dinamismo en el que las necesidades cambian constantemente; provocando que la información geográfica se degrade y así se reducen sus niveles de calidad si no son controlados de modo continuo.

2.3.3. SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD

“La calidad consiste en hacer las cosas bien a la primera, pues cuando mejor pueden descubrirse y evitarse las causas de los defectos o errores es en el origen de los mismos, siendo las consecuencias tanto menos costosas cuanto antes se descubren y reparan” (Ariza López, 2013, 24).

Como punto de inicio, es relevante establecer que la gestión de una organización consiste en las actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización; mientras que el sistema de gestión sería el sistema para establecer la política y los objetivos, y para lograr dichos objetivos (Camisón et al, 2006). La implementación de la gestión de la calidad en una organización se realiza mediante el diseño, la implementación y la certificación de Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) (Camisón et al, 2006).

Una de las primeras conceptualizaciones fue desarrollada por la British Standard Institution en 1996 en la que sostiene que “un Sistema de Gestión se puede definir como una composición, a cualquier nivel de complejidad, de personas, recursos, políticas y procedimientos que interactúan de un modo organizado para asegurar que se lleva a cabo una tarea determinada o para alcanzar y mantener un resultado específico” (Camisón *et al*, 346). Motivo por el cual se pueden identificar sistemas orientados a la gestión de la calidad, del medioambiente, la prevención de riesgos laborales, entre otros. A partir de este concepto, en ISO se interpreta que el Sistema de Gestión de Calidad es un componente más del sistema de gestión de una organización.

Partiendo del criterio de entender a los SGC como un componente del sistema de gestión de una organización, la norma ISO 9000:2000 “define un SGC como aquella parte del sistema de la organización enfocada en el logro de las salidas (resultados) en relación con los objetivos de la calidad, para satisfacer las necesidades, expectativas y requisitos de las partes interesadas, según corresponda”; y en Camisón *et al* (2006) se desarrolla una conceptualización más amplia en la que se define a los SGC como “el conjunto de elementos (estrategias, objetivos, políticas, estructuras, recursos y capacidades, métodos, tecnologías, procesos, procedimientos, reglas e instrucciones de trabajo) mediante la cual la dirección planifica, ejecuta y controla todas sus actividades para el logro de los objetivos preestablecidos” (Camisón *et al*, 2006; 346).

Los Sistemas de Gestión de la Calidad están basados en análisis de los procesos para conocer y definir cada una de las actividades de la organización, que se escriben y describen en documentos donde se plasman los detalles con el objetivo de normalizarlas y apuntar a la reducción de variaciones en la ejecución de los procesos (Ariza López, 2013). Son la base y el objeto de los modelos normativos de la Gestión de la Calidad, y se basan en 3 ejes:

- La definición de una serie de procedimientos estandarizados y bien documentados que detallen la coordinación de un conjunto de recursos y actividades para garantizar la calidad de los procesos y la elaboración de un producto ajustado a los requerimientos del cliente.

- La documentación de los requisitos de comportamiento en un Manual de Calidad.
- El cumplimiento de las directrices estipuladas en los procedimientos.

Tabla 4 - Bases del Sistema de Gestión de Calidad (Camisón et al, 2006; 347)

La calidad no se consigue por si sola ni tampoco implica únicamente controlar, sino que se busca evitar las posibles causas de no conformidades y aplicar acciones preventivas que permitan producir de acuerdo con las especificaciones definidas y con los resultados esperados.

Los sistemas de gestión de calidad deben ser diseñados en función de las necesidades específicas de cada organización, de sus objetivos, los productos que genera y los servicios que ofrece; ya que, si bien las normas internacionales ofrecen un marco general, la idea es que cada una puede establecer su modelo propio ajustando a sus criterios y necesidades las pautas generales (Ariza López, 2013).

Es importante destacar que la mera implementación de un sistema de gestión de calidad asegure la producción de productos de alta calidad, ya que aun siguiendo las normas ISO 9000 se puede producir algo de baja calidad (Ariza López, 2013).

La experiencia que se ha transitado en el ámbito industrial ha mostrado que la calidad necesita desarrollarse en el contexto de un sistema de gestión de calidad (SGC) que considere a toda la organización; y puede hacerse a través de la implementación de sistemas básicos, sistemas de tipo ISO 9001 y modelos de excelencia, entre otros (Ariza López, 2013; 2). Aunque las normas de calidad para productos pueden aportar algunas técnicas y metodologías, no dejan de tener una visión limitada de todos los factores que influyen en la calidad de dichos productos, por eso es vital que para alcanzar niveles de calidad realmente efectivos se desarrolle una perspectiva global del problema, que también tenga en consideración a la organización productora de la información geográfica, las especificaciones de los productos y las expectativas del cliente; objetivos que podrían alcanzarse mediante la aplicación de un sistema de gestión de la calidad.

Toda la documentación que organiza y compone un sistema de gestión de calidad, como ser manuales, procedimientos generales, procedimientos específicos, instructivos de trabajo, etc., pueden ser considerados como normas de hecho. Ya que cuando se generan en el marco de una autoevaluación de la organización o de una certificación por parte de un organismo externo, en ambos casos permitirá conocerla en mayor profundidad, fijar las buenas prácticas por medio de la normalización, ofrecer mejores productos y servicios, y generar un conjunto de objetivos que permitan asegurar los procesos de mejora continua dentro de la organización (Ariza López, 2013; 39).

2.3.1. MODELOS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

Uno de los aportes que ha dejado la experiencia industrial en las organizaciones ha sido entender la importancia de desarrollar la calidad dentro de un sistema de gestión de calidad (SGC) que la involucre por completo. La implementación de un SGC se puede de 3 maneras, que pueden ejecutarse de forma independiente o bien en forma secuencial tomando cada modelo como una fase, iniciando con un programa básico de calidad, seguir con la aplicación de un modelo tipo ISO 9000, que luego le permitirá avanzar hacia un modelo de excelencia (Ariza López, 2013).

2.3.1.1. PROGRAMA BÁSICO DE CALIDAD

El programa básico permite sensibilizar a la organización sobre la importancia de la calidad para luego continuar hacia mayores niveles de profundización. Una de las metodologías utilizadas para iniciar este proceso es la técnica japonesa llamada 5S, que se enfoca en 5 fases:

- Organización (seiri): identificación de los materiales necesarios e innecesarios.
- Orden (seiton): establecer un sistema adecuado y coherente sobre los materiales para facilitar su identificación, uso, reposición, etc.

- Limpieza (Seiso): identificar y eliminar la suciedad para que los medios de producción siempre estén en perfecto estado de uso.
- Control Visual (Seiketsu): detección de situaciones anormales en la producción para corregirlas.
- Disciplina y hábito (Shitsuke): realización del trabajo según normas preestablecidas.

Aun cuando aparenta ser un método muy ligado a la fabricación mecánica, en realidad puede ser aplicado a cualquier tipo de producción; ya que a través de la aplicación del método permite saltar de acciones meramente intuitivas hacia un nuevo nivel de organización en el que se descartan las actividades que no aportan valor al trabajo esperado y permite en ejecutar el resto de manera efectiva. Este modelo resulta de utilidad para las fases iniciales, ya que cuando se elevan las autoexigencias es necesario pasar al siguiente nivel.

2.3.1.2. MODELO TIPO ISO 9000

Este modelo se basa en la implementación de un sistema de gestión de calidad en las organizaciones, enfocado en el logro de resultados en los objetivos de calidad, de modo que se puedan satisfacer las necesidades, expectativas y requisitos de las partes interesadas. Entre las principales actividades que implica la gestión de la calidad son:

- Planificación de la calidad: se establecen los objetivos de la calidad y se especifican los procesos y recursos que serán necesarios para alcanzarlos.
- Control de la calidad: parte de la gestión orientada a cumplir los requisitos definidos.
- Aseguramiento de la calidad: parte de la gestión enfocada en mostrar cómo se cumplirán los requisitos de la calidad.
- Mejora de la calidad: es la parte de la gestión orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad.

La gestión de la calidad en una organización busca alcanzar un grado de calidad establecida a través de metas definidas por la alta dirección, que se expresan a través de políticas de calidad; las cuales podrán concretarse en objetivos de calidad, y que servirán para comprobar “los logros alcanzados gracias a la gestión para obtener la eficacia y eficiencia del sistema, así como las oportunidades de mejora” (Ariza López, 2013; 26).

Con el objetivo de guiar a las organizaciones hacia la mejora de su desempeño, la serie de normas ISO 9000 propone ocho principios de la gestión de la calidad (Ariza López, 2013) (Diaz Corrales, 2012):

- 1 - Enfoque al cliente. “Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes”. La aplicación de este principio permitirá utilizar eficazmente los recursos para investigar y comprender las necesidades del cliente, y así aumentar su satisfacción; de modo que se pueda incrementar la fidelidad del cliente.
- 2 - Liderazgo. “Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización”. La aplicación de este principio será clave para establecer de manera clara las pautas de la organización; guiará la decisiones de los líderes para favorecer la creación y mantenimiento de un ambiente interno positivo para que el personal se involucre totalmente en el logro de los objetivos de la organización; permitirá que las personas se sientan motivadas a alcanzar las metas; que las actividades realizadas sean evaluadas, alineadas e implementadas en forma unificada; y que se disminuyan las comunicaciones deficientes entre los distintos niveles de la organización.
- 3 - Participación del personal. “El personal, a todos sus niveles, es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización”. El enfoque de este principio se

basa en los recursos humanos, ya que representan el mayor valor de la organización, y la personas necesitan de un ambiente adecuado para desarrollar mejor sus habilidades; cuando existe motivación, compromiso y participación de las personas en la organización, habrá una mejor disposición de los individuos a participar y contribuir en la mejora continua.

- 4 - Enfoque basado en procesos. “Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso”. La aplicación del principio permite gestionar las actividades y recursos como procesos para alcanzar resultados mejorados, consistentes y predecibles; e identificar y priorizar las oportunidades de mejora.
- 5 - Enfoque de sistema para la gestión. “Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos”. La aplicación del principio permitirá comprender que los procesos están interrelacionados y deben ser gestionados como un sistema, ya que este enfoque al considerar las interacciones entre procesos y al concentrar los esfuerzos y recursos en los procesos clave para la organización, permitirá alcanzar mayor eficacia y eficiencia.
- 6 - Mejora continua. “La mejora continua del desempeño global de una organización debería ser objetivo permanente de ésta”. Al aplicar este principio la organización podrá tener un enfoque consistente y amplio hacia la mejora continua en su desempeño; establecer metas para guiar y medidas para trazar la mejora continua; brindar capacitación en los métodos y herramientas de la mejora continua para que las personas puedan desarrollar sus habilidades y puedan incorporarlas en cada producto, proceso y sistema de la organización; y además le aportará flexibilidad para reaccionar rápidamente ante las oportunidades de mejora.
- 7 - Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones. “Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información”. Este principio

busca asegurar que los datos y la información sean suficientemente exactos y confiables; que los datos sean accesibles para quienes los necesiten; que se puedan analizar utilizando métodos válidos; y fundamentalmente, que permita que las decisiones y acciones se puedan basar en el análisis de los hechos, equilibradas con la experiencia y la intuición.

- 8 - Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor. “Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor”. La aplicación de este principio pretender mostrar la relación simbiótica que existe entre la organización y sus proveedores, generando vínculos en los que ambos puedan aumentar su capacidad para crear valor, se comparta información, se elaboren planes a futuro compartidos; y se puedan establecer actividades conjuntas de desarrollo y mejora.

La aplicación de las normas ISO 9000 dentro de una organización busca “mejorar la organización empresarial, eliminar los costes superfluos, la no calidad, los costes de control, arreglo y rectificación, generando un sistema que, mediante los canales adecuados de comunicación, permita evolucionar mejorando como forma de supervivencia y desarrollo de la propia empresa gracias al aseguramiento de la calidad y el enfoque al cliente” (Ariza López, 2012; 27). Pese a que puede vincularse la aplicación de normas ISO 9000 al ámbito empresarial, la realidad es que brindan un marco general que puede ser aplicado en organizaciones de cualquier tipo y tamaño para implementar un sistema de gestión de la calidad eficaz.

Cuando las organizaciones implementan sus sistemas de gestión de calidad es necesario que realicen auditorías internas, que consisten en procesos sistemáticos, independientes y documentados mediante los que se puede evaluar en forma objetiva el grado de cumplimiento de los criterios de la auditoría y monitorear el estado de situación de sus procesos. Una vez que los sistemas de gestión de calidad se consolidan, se puede avanzar hacia el siguiente nivel en el que se contrata a una organización independiente para que realice una auditoría externa, que pueda proporcionarles la certificación de conformidad de sus SGC con las Normas ISO 9001. Igualmente, es

importante destacar que, si bien se puede buscar el reconocimiento externo a través de la certificación otorgada por empresas especializadas, también se puede hacer como una manera de buscar la implementación como un desafío para búsqueda de mejorar al interior de la propia organización (Ariza López, 2013).

2.3.1.3. MODELO EFQM (EXCELENCIA)

El próximo estadio al que puede acceder una organización que cuenta con un sistema de gestión de calidad funcionando, es a la certificación de su excelencia; dentro del ámbito empresarial se considera que las empresas excelentes “son aquellas que poseen capacidad para alcanzar y mantener en el tiempo resultados sobresalientes para sus grupos de interés” (Ariza López, 2013; 29), que bien pueden ser los trabajadores, accionistas y hasta la localidad en que se ubica; y puede lograrlo cuando la organización alcanza un nivel de madurez tal, en el que sus “perspectivas son más sistémicas, abiertas, integradoras y sinérgicas” (Ariza López, 2013; 29).

Si bien existen varios modelos de excelencia, uno de los más destacados es el EFQM (European Foundation for Quality Management), patrocinado por la Unión Europea, y que a lo largo de los años ha logrado ser aplicado en organismos de la administración pública de países europeos. El modelo EFQM está basado en “Los resultados excelentes con respecto al rendimiento de la Organización, a los Clientes, las Personas de la Organización, las Alianzas y Recursos, y los Procesos” (Ariza López, 2013; 30). Se caracteriza por ser un modelo flexible, que a diferencia de las ISO 9000 no es normativo, permite integrar las normativas de ISO en un esquema más amplio y completo de gestión; y que puede ser aplicado a distintos tamaños de organizaciones, tanto públicas como privadas. Se enfoca en la autoevaluación como el método para conocerse mejor, comprender y analizar la realidad y el establecimiento de planes de mejora; ya que es una estrategia que permite identificar los puntos fuertes y áreas de mejora en la organización.

La EFQM convoca en forma anual a las organización a concursar por un premio en el que se reconoce la mejor aplicación del modelo en diferentes ámbitos

empresariales; para participar cada una de ellas debe aportar toda la información necesaria para la realización de una auditoría por parte de los jurados expertos que evalúan la organización; que serán quienes otorguen el reconocimiento a la mejor entre las mejores organización con el otorgamiento del sello de excelencia EFQM (300+, 400+, 500+) en función del puntaje obtenido en la evaluación del cumplimiento de la implementación del modelo (Ariza López, 2013).

2.4. CALIDAD EN LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

En el ámbito de la Cartografía se realizan modelos de la realidad, que son plasmados en forma de información geográfica y presentados como productos, conjuntos de datos geográficos o servicios; los cuales serán interpretados y podrán ser utilizados como base para el desarrollo de proyectos, planes o políticas, y como soporte para la toma de decisiones (Ariza López, 2013; 8).

Una de las potencialidades de los SIG es el análisis espacial, que a través del cruce de datos por medio de la aplicación de modelos, métodos y herramientas permite descubrir relaciones y patrones en los datos geográficos; brindando resultados en los que su efectividad y relevancia estarán directamente vinculados a la calidad de los datos utilizados como fuente para el análisis. Las técnicas de análisis espacial surgen en los años 50 en el contexto de las escuelas de geografía de Estados Unidos y Gran Bretaña, a partir de la necesidad de formalizar y conceptualizar fenómenos geográficos de naturaleza multidimensional (social, cultural, económica, política, física). Su estudio se llevó a cabo por medio de la aplicación del método científico clásico en la geografía, el uso de modelos físicos, matemáticos y económicos, y el desarrollo inicial de herramientas de exploración y manejo de datos geográficos; luego derivaron en la incorporación de computadoras y técnicas de cartografía digital que facilitaron el análisis espacial, y posteriormente fueron el puntapié para la aparición de los sistemas de información geográfica. El análisis espacial se basa en la exploración de datos para identificar patrones de comportamiento en la información geográfica obtenida a partir de la sistematización de objetos o fenómenos de la realidad, los cuales permiten realizar aproximaciones para comprenderla y describirla. El proceso general del análisis espacial

implica la generación de nueva información partiendo de un proceso observado, de modo que permita cambiar la perspectiva del analista o usuario de los datos geográficos. A través de la comparación e identificación de patrones, el análisis espacial permite responder interrogantes como:

- Ubicación: ¿Qué tipo de uso de suelo hay en estas coordenadas?
- Condición: ¿Qué áreas recreativas hay en un radio de 2 horas de caminata por los senderos cercanos a mi alojamiento?
- Tendencia: ¿Cómo cambió la ocupación del suelo desde 1944 hasta la fecha?
- Patrones: ¿Existe alguna agrupación espacial en la incidencia delictiva en la ciudad donde vivo?

El análisis espacial es sumamente útil para responder estas preguntas, ya que implican una relación de contigüidad, conectividad o pertenencia de los datos, a través de resultados que pueden obtenerse a través de operaciones como el buffer o área de influencia, la intersección, la unión, el corte, el borrado o la actualización de la información geográfica (Morales *et al*; 2012; 123).

Considerando el impacto que genera la Cartografía a partir del modelado de la información geográfica, sus análisis e interpretaciones, las significativas consecuencias que puede producir sobre el medio y la sociedad, y el modo en que puede afectar a los individuos en su vida, bienestar y obligaciones, es indispensable que las administraciones responsables de crear y gestionar la información geográfica aseguren niveles de calidad adecuados en los datos que utilizan. De igual manera, se debería asegurar la calidad de los procesos que intervienen en la transformación de datos e información del mundo real en productos utilizados para la toma de decisiones, dado que en muchos casos tienen importantes consecuencias económicas, sociales, ambientales, etc. Debido al impacto significativo que tiene la calidad en sus actividades, Ariza López (2013) afirma que la Cartografía debería ser entendida más como un conjunto de procesos de ingeniería que como un arte; ya que entiende que “cuando más importante sean las consecuencias del uso de la información geográfica, más importante debe ser la atención que se presta a sus aspectos de calidad” (Ariza López, 2013; 8).

En relación a la calidad a nivel de la información geográfica, la Guía de Normas sobre Información Geográfica elaborada por el Instituto Panamericano de Historia y Geografía (IPGH) en conjunto con el Comité Técnico ISO TC/211 en su versión en español, comienza su presentación haciendo una descripción de los aspectos que los especialistas en información geoespacial y en las infraestructuras de datos espaciales tienen en consideración al momento de crear datos espaciales, entre los que menciona: que deben ser generados de modo que “se facilite su disponibilidad, acceso, interoperabilidad y aplicación” (IPGH, 2013; 7); considerando como un prerrequisito el estricto cumplimiento de la aplicación de normas, como una manera de evitar que los datos espaciales no sean subutilizados y que las bases de datos de las que forman parte terminen siendo elementos aislados y de uso restringido; una afirmación en la que hace referencia al tema de la organización de la información geográfica y su disponibilidad, dado que cuando no se encuentran debidamente organizadas pueden constituir importantes barreras de acceso.

Los aspectos fundamentales que se deberían tomar en cuenta para evaluar la calidad de la información geográfica son:

- Exactitud: la información debe ser exacta, para ello los valores almacenados deben estar correctamente representados, de forma consistente y sin ambigüedades.
- Adecuación temporal: la información a usar debe ser del momento en que se desea realizar un análisis. Si el análisis es de un instante t del pasado, la información también debe ser de ese mismo momento, ya que no serviría si los datos disponibles fueran más actuales.
- Relevancia: la información debe ser importante para el propósito de interés, ya que los datos no relevantes no aportarían información.
- Compleción: la información debe estar completa, sin omisiones ni comisiones.
- Entendimiento: la información debe ser entendida y comprendida en forma adecuada para que se pueda manejar y analizar en forma correcta. Los metadatos son muy importantes para colaborar con este fin.

- Credibilidad: tanto la información como las personas tienen una “fama” particular; por lo que, si la información no merece confianza o no ofrece credibilidad, ninguno de los resultados que se puedan obtener al analizarlos tampoco los tendrán (Ariza López, 2013; 16).

Otro aspecto importante que debe ser tenido en consideración sobre la calidad en el ámbito de la producción de información geográfica es que, así como un mismo producto puede ser utilizado de diferentes maneras y puede ser acondicionado de diferentes modos para facilitar su uso, también habrá diversas maneras de apreciar su calidad en función de la percepción de cada cliente que lo utilice. Por eso cuando un productor diseña productos o servicios es necesario que conozca en profundidad el propósito para el que lo hace y lo construya siguiendo las especificaciones que respondan a lo esperado por el cliente o usuario; ya que cuando están alineadas las perspectivas del cliente que lo consume y las del productor que lo diseña, se podrá considerar que existe un adecuado y eficaz producto. En cambio, si sucede lo contrario podrá haber riesgo de generar usos no pretendidos; que se incrementará en la medida que los usuarios no comprendan el modo en que deben usar el producto o lo utilicen de modos que se alejan de la aplicación pretendida por el productor. Al respecto, es importante comprender que “la adecuación al uso es fundamental para entender el carácter relativo de la calidad” (Ariza López, 2013; 14).

Teniendo en cuenta las múltiples apreciaciones que pueden percibirse sobre el nivel de calidad de un mismo producto, según se evalúe desde el punto de vista del productor o del usuario, Ariza López (2013) elaboró un gráfico para representar del lado derecho a los múltiples usos que pueden darle a un mismo producto o servicio, los cuales generarán tantas apreciaciones sobre su calidad como clientes o usuarios lo utilicen; y coloca del lado izquierdo la visión del productor que diseña cada producto o servicio con un propósito concreto y según las especificaciones que considere más adecuadas, aunque al no ser quien utiliza el producto hace una evaluación de su calidad que difiere de la perspectiva del usuario. Entre las posiciones del usuario y el productor, existe un área común que será más amplia en la medida que existan productos con adecuados y sólidos diseños que respondan tanto a los usos pretendidos por los usuarios como a potenciales nuevas aplicaciones que puedan surgir. Aunque también podrá aparecer un

área no común entre la visión del usuario y el productor que surgirá cuando se utilicen los productos o servicios de un modo no previsto, una situación que puede presentarse cuando los usuarios no comprenden los datos o productos que van a usar, o cuando las características del producto no respondan al uso pretendido en su etapa de diseño. Esta figura permite comprender de modo esquemático el carácter relativo de la calidad según el punto de vista desde el que se la evalúe (Ariza López, 2013; 16).

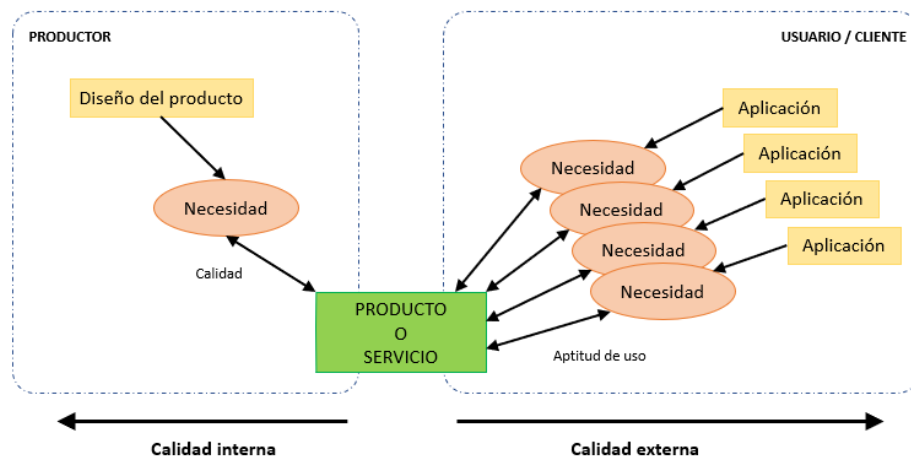


Figura 3 - La calidad del diseño de un producto o servicio como algo relativo en función del uso o aplicación que haga de él cada usuario (adecuación al uso, calidad externa o percibida) (Ariza López, 2013, 17)

2.4.1. NORMAS DE CALIDAD ISO 9000 EN LA CARTOGRAFÍA

Si bien a nivel latinoamericano, tal como lo señala el IPGH (2012), no se encuentra extendido el uso de normativas de calidad en la producción de datos espaciales, se pueden analizar algunos ejemplos de aplicación en Europa en instituciones cartográficas, que se dividen entre casos de implementación en la administración pública que optaron por modelos de autoevaluación como el EFQM, que serían los que mejor se aplican para este tipo de actividad; y por otro lado, la gran mayoría que se inclina por las normativas ISO 9000, ya que es el marco más extendido a nivel global para asegurar la calidad y el que eligieron las instituciones que se iniciaron en este camino de la normalización. Entre las primeras se puede mencionar al Comité Europeo de Responsables de la Cartografía Oficial (CERCO, actual Eurogeographics), que

en 1997 conformó un equipo de expertos para implementar un sistema de gestión de calidad en los institutos cartográficos y la confección de un manual que complemente las normas ISO a través de una visión más enfocada en la gestión de la información geográfica y las problemáticas propias de las instituciones cartográficas (Ariza López, 2013).

Ariza López (2013) recupera tres experiencias sobre la implementación de las normas ISO 9000 en el ámbito cartográfico europeo: la francesa del Institut Geographique National de la France (IGNF), la inglesa del Ordnance Survey del Reino Unido y la experiencia española del Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC).

En el caso de Francia, el IGNF implementó un sistema de gestión de la calidad en 1987, creando un grupo de organización y métodos que no buscaba concentrarse en el control de calidad de todos los productos y funciones del IGNF, sino que su objetivo era coordinar la implementación en los sectores de la organización que se dedican a la formación, investigación y de auditoría interna; a partir de 1992 se ofrecía la capacitación sobre calidad para todos sus trabajadores de forma voluntaria, y desde 1996 pasó a ser una formación obligatoria para determinados puestos o categorías. Entre las principales conclusiones que surgieron de esta implementación de la norma ISO 9000 se destacan las siguientes:

- Es un reto interesante dado que implica un gran progreso, pero también conlleva un importante riesgo de aumentar la burocracia en los procesos.
- Para aplicarlo hay que mantener el equilibrio entre los costes y beneficios, dado que es una normativa orientada hacia el ámbito de la manufactura de productos y llevarla a la producción cartográfica no resulta nada trivial.
- Es necesario aplicarla para poder competir y permanecer en el mercado global, controlar los costos y la calidad, y alcanzar una visión integradora que considere de forma normalizada el punto de vista del cliente.

Tabla 5 - Conclusiones de la experiencia en la implementación de las normas ISO 9000 en el Institut Geographique National de la France (IGNF) (Ariza López, 2013; 37)

La experiencia del IGNF se extendió al Reino Unido, cuando en 1993 el Ordnance Survey implementa las normas ISO 9000 bajo la filosofía de la Calidad Total, buscando la mejora continua en la calidad de productos y servicios; alcanzando en 1994 su primera acreditación, y logrando que en 1996 al menos el 50% de las áreas de la organización cuenten con acreditación en ISO 9001. El objetivo de implementar el SGC en el Ordnance Survey era acompañar los cambios en la organización que implicaron pasar de la producción propia de información hacia un nuevo formato de producción contratada o tercerizada, en el que era vital desarrollar los indicadores sobre los que se basarían los controles de calidad. Para asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad pretendidos, en primer término, el propio organismo se ocupó de la formación del personal externo, que le permitió delegar las tareas de producción en empresas extranjeras de países como India, Canadá, Eslovenia, Rumania, etc. La clave de la experiencia del Ordnance Survey fue el programa de acreditación para todo el personal que trabaja con sus datos, tanto internos como externos, de modo que todos sean capaces de generarlos con la calidad requerida, con el costo adecuado y en el tiempo y cantidad adecuados. Las principales conclusiones que dejó la implementación de las normas ISO 9000 en el Ordnance Survey son:

- El mejor indicador de eficiencia de la implementación son las actualizaciones y revisiones de los documentos e instructivos, ya que cuanto más dinámico es el contenido de la documentación mejor es el sistema de gestión de calidad implantado.
- Los sistemas de gestión de calidad son fundamentales para chequear la calidad de los suministros e intentar asegurar la satisfacción del usuario, permitiendo la mejora de los productos.
- Es fundamental establecer una buena relación con los proveedores.
- Genera una importante burocracia.

Tabla 6 - Conclusiones de la experiencia en la implementación de las normas ISO 9000 en el Ordnance Survey del Reino Unido (Ariza López, 2013; 37)

El tercer caso es el del Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC), que a partir del año 2000 alcanzó la certificación ISO 9001 para la producción de la base topográfica y del mapa topográfico de Cataluña en escala E5K y del modelo digital de terreno. A diferencia de las experiencias de Francia y el Reino Unido, las certificaciones alcanzadas por el ICC alcanzan únicamente los procesos de formación, dado que fueron parte de una prueba piloto para introducirse en el camino de los sistema de gestión de calidad; lo que podría significar que en un futuro no estén interesados en mantenerlo. De la implementación de las normas ISO 9000 se desprenden las siguientes conclusiones:

- El volumen de documentación que implica la gestión según la norma incrementa la burocracia al punto de transformarse en una carga en vez de ser una herramienta de mejora.
- El aumento de la burocracia administrativa sólo para cumplimentar una exigencia de la norma genera desconfianza y descontento en los trabajadores, y además aumenta los costes de producción.
- Implica adoptar un cambio de paradigma en la organización en el que los líderes deben crear un clima interno que favorezca el cumplimiento de objetivos y asumir una visión constructiva ante los fallos del sistema, y esto no siempre sucede.
- Los requisitos que se le imponen a los proveedores pueden ser un problema debido a la atomización y pequeño tamaño de las empresas del sector cartográfico.

Tabla 7 - Conclusiones de la experiencia en la implementación de las normas ISO 9000 en el Instituto Cartográfico de Cataluña, España (Ariza López, 2013; 37)

Tomando en consideración las impresiones relevantes en cada una de las experiencias desarrolladas se desprenden conclusiones comunes sobre las dificultades que se encontraron las agencias productoras de información geográfica durante la implementación un sistema de gestión de calidad de tipo ISO 9000:

- Incremento de costes de producción debido a la aparición de nuevas tareas.
- Disminución de la satisfacción del personal, en gran medida por oposición al cambio.
- Incremento de la burocracia debido al papeleo que implican los sistemas de gestión de calidad.
- Disminución de la producción.
- Procesos de subcontratación más difíciles al ser más exigentes.
- Calidad del producto final inmutable, se siguen obteniendo los mismos resultados.
- A pesar de todos los inconvenientes marcados, la adopción de un sistema de gestión de calidad se califica como buena por parte de las agencias que lo implantaron.

Tabla 8 - Conclusiones generales de la experiencia en la implementación de las normas ISO 9000 (Ariza López, 2013; 38)

2.4.2. PROBLEMAS DE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La calidad en los datos geográficos tiene un papel tan importante en la realización de proyectos SIG que debería ser tenida en cuenta desde las etapas iniciales en su construcción, ya que de ella dependerá la confiabilidad de los datos derivados de los procesos de manejo y análisis espacial que permiten tomas de decisiones que impactan en el territorio. La construcción de una base de datos geográficos digitales debería iniciarse a partir de un diseño y planificación preliminar, de modo que pueda ajustarse a las premisas y especificaciones de la lógica geográfica, la tecnología de los SIG y criterios cartográficos. Cuando no se siguen estas consideraciones será imposible realizar eficientes análisis espaciales y procesos de modelado, habrá un elevado riesgo de obtener resultados imprecisos y erróneos, y podría generar múltiples inconvenientes si son utilizados como soporte para la toma de decisiones. Debido a su relevancia, es

importante que no se pase por alto el diseño de las bases de datos geográficos, para que su información y estructura permitan recrear las leyes y lógicas geográficas presentes en la realidad, y respeten las reglas de conectividad y compartición entre los objetos geográficos; lo que asegurará que haya consistencia entre la vida real interpretada y su correspondiente representación. Algunos de los errores más comunes que pueden encontrarse en las bases de datos geográficas pueden surgir por diferencias en la exactitud posicional y su consistencia lógica, que ocasionarían inconvenientes tales como la imposibilidad de generar mapas temáticos adecuados y completos, dificultades para realizar cálculos de áreas, perímetros y longitudes con precisión, y fundamentalmente, se podrían generar representaciones cartográficas inadecuadas ya que cualquier análisis o la detección de patrones realizados a partir de esos datos resultarían inadecuados para cualquier toma de decisiones (Castillo Villanueva e Iturbe Posadas, 2006).

Las bases de datos geográficas pueden presentar problemas de completitud, que se identifican cuando el usuario que pretende utilizarlas se encuentra con que las tablas de atributos presentan faltantes de información. Una base de datos geográfica bien diseñada pero incompleta hará imposible realizar un análisis completo ya que no se podrá contar con todas las variables que permitan caracterizar los elementos cuando existen campos con datos vacíos, nulos o erróneos.

Otro problema vinculado a la completitud es la inexactitud de datos o inconvenientes para interpretar los atributos, generalmente asociado a la carencia de metadatos que permitan identificar inequívocamente las medidas en que se expresan los datos, el significado o sentido que se le pretendió dar tanto a los atributos como a la información que contienen, no se especifican los métodos y tecnologías de captura; entre otros datos que facilitarían al usuario hacer una adecuada exploración de los geodatos. Precisamente la ausencia o escasa atención que se le presta a la creación y mantenimiento de los metadatos constituye otro de los problemas asociados a la calidad de la información geográfica; ya que son los metadatos quienes describen a detalle los datos geográficos y permiten que el usuario que los utiliza pueda conocer su calidad, linaje, sistema de referencia utilizado, fecha de captura de los datos, fecha y

periodicidad de actualización, restricciones legales para su uso, entre otros aspectos relevantes.

A nivel de datos, los problemas de calidad pueden provenir de la falta de integridad topológica, ya que cuando no existen reglas que modelen la información para que permitan reproducir las lógicas de la realidad representada, se pueden presentar serios errores de representación al solapar información inconsistente, por errores de superposición, intersección, cortes, áreas en blanco o cualquier otro defecto en los elementos, dado que no permitirán aplicar métodos de análisis y modelado de la información geográfica (Castillo Villanueva e Iturbe Posadas, 2006). Cuando existe un interés genuino en ofrecer datos útiles y de valor, es importante considerar a la calidad en el sentido más amplio. Aunque como lo afirma Ariza López (2013) no es un asunto tan sencillo, ya que, si bien la información geográfica permite construir modelos complejos y la aplicación de algoritmos a partir de la observación de la realidad, también resulta complicada por ser “voluminosa, dependiente de la escala, borrosa, dinámica, encadenar numerosos procesos” (Ariza López, 2013; 12). Esta complejidad hace necesario que al problema de la calidad de la información se lo considere poliédrico, es decir, hay que analizarlo teniendo en cuenta sus múltiples facetas, dado que al interior de cada una de sus dimensiones existen sus propias complejidades:

- Dominio geométrico: topología, proximidad, direccionalidad, alineamiento, coordenadas.
- Dominio de los datos: modelos (vectorial, ráster, TIN, DEM, etc.)
- Dominio de la aplicación: topografía, transportes, catastro, infraestructuras.
- Dominio de la gestión de los datos: bases de datos, integración, generalización, consolidación, etc.
- Dominio temporal: actualidad, validez temporal, tasas de cambio.
- Dominio político/cultural: estrategias, integración, discriminación positiva, etc.
- Dominio económico/financiero: valor, coste, beneficio, retorno de la inversión, riesgo de la toma de decisiones, etc.

Para seguir incrementando la complejidad del problema de la calidad de la información geográfica, hay que tener en cuenta que a cada componente de la información geográfica se le asocia un propio nivel de incertidumbre; considerando que pueden tener diversos orígenes, topologías, procesos, etc., analizarlas por completo podría resultar sumamente complejo, de modo que sería más adecuado optar por un análisis más general centrado en el ciclo de vida del dato geográfico (Ver 2.1.2.1).

Si bien en el ámbito de los productores de información geográfica son conocidas las quejas por los problemas de calidad en la información geográfica con que se encuentran al requerir información de los diferentes organismos productores de datos espaciales, ya que luego de superar las barreras de acceso, no es inusual encontrar geodatos con escasos o nulos niveles de calidad, incompatibilidades en los formatos disponibles que provocan pérdidas de datos en procesos de conversión y dificultades en la integración con otros conjuntos de información; es destacable la crítica con que se inicia la presentación de la Guía de Normas elaborada por el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) al afirmar que la falta de apego que tienen las organizaciones productoras de datos espaciales en las Américas hacia la aplicación de normas es la causa que explica los problemas que presentan los datos espaciales en cuanto a “la calidad, el bajo nivel de interoperabilidad y la carencia de documentación útil tanto para acceder a ellos como para facilitar el desempeño que se espera de las bases de datos espaciales fundamentales en la región” (IPGH, 2013; 7). Una opinión sumamente válida y relevante, considerando que proviene de un organismo internacional, científico y técnico, miembro de la Organización de los Estados Americanos (OEA), y por haberla expresado en un documento público que fue elaborado en forma conjunta con el Comité Técnico ISO/TC 211, y que pretendía la divulgación de las características de las normas de la familia ISO 19100 sobre información geográfica para todos los países hispanohablantes, a través de una traducción que defina una versión panhispánica de las normas y consensuar una terminología común.

2.4.3. COSTES DE LA MALA CALIDAD

Ariza López (2013) desarrolla uno de los aspectos menos difundidos de la información geográfica, la conversión de problemas de calidad como los defectos, tiempos de retraso, etc., en unidades monetarias, de modo que se pueda establecer un valor económico que sea de fácil entendimiento del problema por el personal de todas las áreas.

El CMC o coste de la mala calidad “es el que se incurre para ayudar al empleado a que haga bien el trabajo todas las veces, de determinar si la producción es aceptable, y cualquier otro coste que debe hacer la empresa y/o cliente si el producto no satisface los requisitos explícitos o implícitos” (Ariza López, 2013; 61). La calidad consiste en hacer las cosas bien a la primera, y el coste de la no calidad es el coste añadido por aquello que no aporta valor al producto, incluyendo todo lo que se hace más de una vez, todo lo que se debe repetir o se tiene que controlar, y los perjuicios que se pueden causar.

Si bien el concepto de costes de la calidad empezó a difundirse en la década de los años 50 como una estrategia para vender la idea de calidad a los altos directivos de las empresas, fue recién en los años 90 que se empiezan a incluir las consideraciones financieras en los sistemas de gestión de calidad.

Adoptar un sistema de CMC permite obtener importantes ventajas:

- Determinar el tamaño del problema de la mala calidad
- Identificar las mayores oportunidades de mejora
- Identificar oportunidades para reducir la insatisfacción del cliente
- Proporcionar una manera objetiva de medir los resultados de las mejoras de la calidad
- Alinear mejor los objetivos de la calidad con los de la propia organización

La implementación de un sistema de CMC deriva en los costes de aseguramiento de la buena calidad, que son aquellos en los que se incurre para asegurar que el producto alcanza sus especificaciones; se pueden identificar dos categorías:

- Costes de las actividades de inspección y control: son los que se requieren para impedir la salida de productos defectuosos al mercado. Incluyendo las inspecciones de control y análisis de los suministros internos y externos durante la fabricación. Cuando se quiera asegurar que los productos no son defectuosos, más se deben incrementar los costes por inspecciones.
- Costes de actividades preventivas: son parte de la estructura de aseguramiento de calidad, tienen el objetivo de evitar las causas de aparición de defectos; incluyendo los planes de calidad con todas sus actividades de formación, mantenimiento preventivo, etc.

Cuando se analizan los costes de la mala calidad existen ciertos aspectos que resultan de fácil identificación, sobre todo aquellos que son cuantificables: pero tal como lo menciona Ariza López (2013) un análisis integral también debería desarrollar la individualización de aquellas otras cuestiones que subyacen al tema y que aun cuando puedan ser costes ocultos, es importante tenerlas en cuenta para que las acciones a planificar abarquen la totalidad de la problemática.

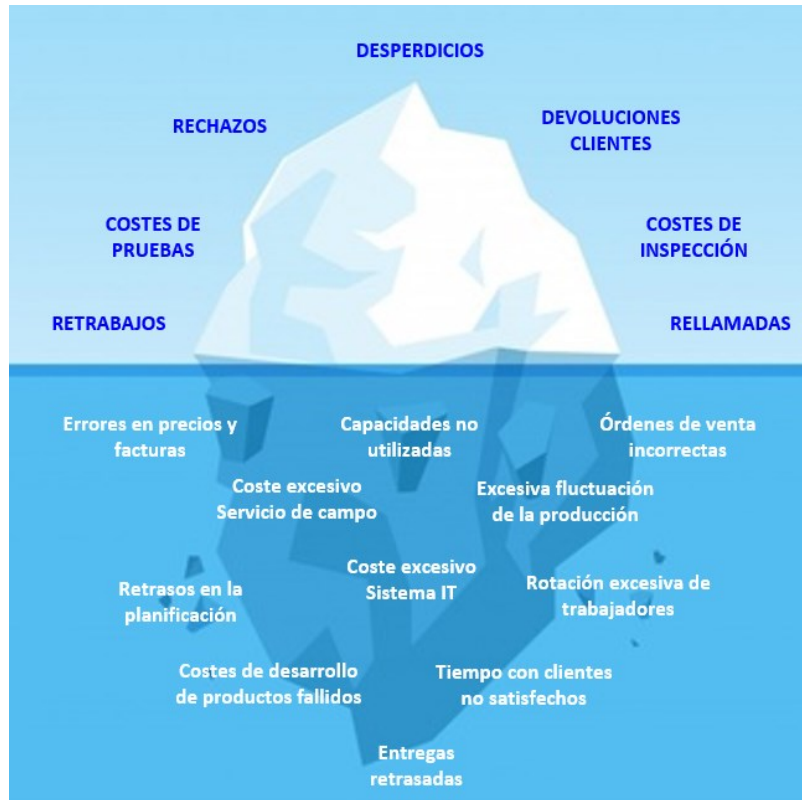


Figura 4 - Modelo de Iceberg para los costes de mala calidad (Ariza López, 2013)

2.5. PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE DATOS

Cuando se piensa en la calidad de los datos, es importante tener en consideración que tanto los productores como los usuarios de datos pueden tener diferentes percepciones sobre ella. De modo que para evitar discrepancias en los criterios de interpretación es necesario fijar niveles de conformidad; los cuales pueden establecerse a partir de los requerimientos propios del producto o bien, según los requisitos de calidad de datos que solicita el usuario.

Realizar un procedimiento para evaluar de la calidad de datos consiste en aplicar uno o más métodos de evaluación sobre los datos, a través de una metodología de trabajo consistente y normalizada que permita determinar el estado y reportar la información de calidad en un conjunto de datos (IPGH, 2013).

La norma ISO 19114 describe un proceso para la evaluación de la calidad de los datos a partir de una metodología en la que se contempla desde la instancia de creación del conjunto de datos hasta la emisión de informes para reportar los resultados de su calidad (Figura 16).

El ciclo comienza al momento de generar el conjunto de datos, que deberá responder a la definición de alcance del proyecto, a las especificaciones que se le requieran al producto, o bien de los requisitos planteados por el usuario; posteriormente, es necesario establecer los niveles de conformidad a los que se aspiran. Una vez concluida esta fase inicial se podrá comenzar el proceso de evaluación de la calidad de los datos.

En primer lugar, se deberán identificar los elementos, subelementos y el alcance de calidad de datos que sean aplicables al proyecto a evaluar. Como segundo paso será necesario identificar las métricas o medidas que se utilizarán como parámetros para la evaluación de la calidad. El tercer paso consistirá en seleccionar y aplicar un método de evaluación que se ajuste a los requerimientos y necesidades definidas anteriormente. La cuarta etapa de la evaluación consistirá en determinar el resultado de la calidad de datos, y emitir el informe donde se reflejarán los resultados del análisis cuantitativo de

los datos. Por último, en el quinto paso se realizará la determinación de la conformidad de los datos, en función de los criterios esperados que se establecieron en los niveles de conformidad definidos en la etapa inicial del proyecto.

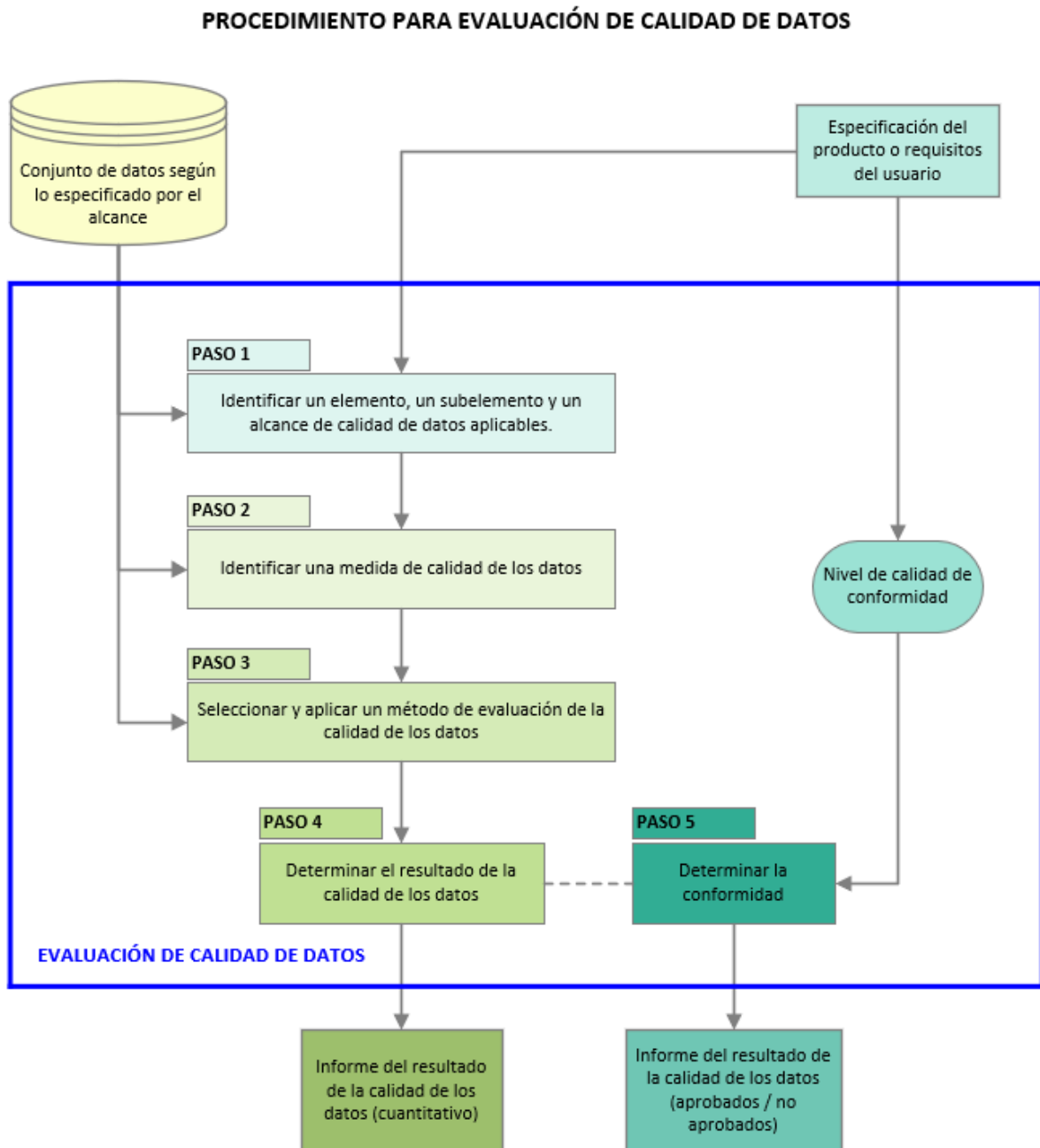


Figura 5 - Procedimiento para la Evaluación de calidad de datos. Fuente: IPGH (2013)

3. CAPITULO III - SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA SIG PAE

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

La empresa Pan American Energy LC - Sucursal Argentina (PAE), es una compañía del sector energético dedica a la exploración y producción de petróleo y gas (upstream), refinación y comercialización de combustibles, lubricantes y químicos (downstream), y con participación en la distribución de combustibles a la red de estaciones de servicio Axion (midstream) y en las energías renovables. En el sector Upstream, las operaciones de la compañía se desarrollan en Argentina, Bolivia y México. A nivel nacional cuenta con 4 áreas operativas, la Unidad de Gestión Acambuco, ubicada en la Selva de las Yungas en la Provincia de Salta; la Unidad de Gestión Neuquén conformada por 8 áreas operativas distribuidas en la Provincia de Neuquén; participa en la operación del bloque offshore más austral del mundo: la Cuenca Marina Austral; y la Unidad de Gestión Golfo San Jorge, la principal cuenca petrolera del país, emplazada entre el sureste de la Provincia del Chubut y el Noreste de la Provincia de Santa Cruz.

El desarrollo de la tesis de Licenciatura en Geografía está enfocado en la Unidad de Gestión Golfo San Jorge de PAE (UG GSJ), área operada desde el año 1958, inicialmente por la empresa Pan American Argentina Oil Company (filial de la empresa norteamericana Standard Oil); el holding fue rebautizado en 1985 como Amoco Corporation. En 1997 Amoco se fusiona con Bidas y de la fusión nace Pan American Energy (PAE).

La Unidad de Gestión Golfo San Jorge (UG GSJ) está conformada por las áreas de concesión Cerro Dragón - Anticlinal Funes, Cerro Tortuga, Chulengo, Koluel Kaike, Piedra Clavada y Meseta Cerón Chico, que suman una superficie de aproximadamente 5000km², un equivalente a 25 veces el área de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, desplegada entre las provincias del Chubut y Santa Cruz.

Las localidades cercanas a las áreas de concesión de PAE son: Sarmiento y Comodoro Rivadavia en la Provincia del Chubut, conectadas por la Ruta Nacional N° 26; y Koluel Kaike, Pico Truncado y Las Heras, en la Provincia de Santa Cruz, conectadas por las Rutas Provinciales N° 37, N° 16 y N° 43.

3.2. SIG PAE: ANTECEDENTES

En el año 2008, la empresa Pan American Energy, puso en marcha el Sistema de Información Geográfica: SIG PAE, como entorno colaborativo a través de cual administrar la información de pozos e instalaciones, al alcance de todos los usuarios de la compañía. El proyecto SIG PAE surge por iniciativa del área de Medio Ambiente para desarrollar una herramienta por medio de la que se pueda compartir información relevante para la planificación y gestión de proyectos, y que además permita la vinculación con las bases de datos de distintos sistemas transaccionales de la compañía.

El diseño y administración de SIG PAE se realizó sobre herramientas de la plataforma ArcGIS de ESRI, y estuvo a cargo del área IT - GIS (Information Technology - Geographic Information System), perteneciente a la Gerencia de Sistemas y Telecomunicaciones; responsable de garantizar la operación, administración y mantenimiento de SIG PAE, su acceso, integridad, confidencialidad y disponibilidad tanto de la información como de las aplicaciones, brindar soporte a los usuarios operativos, entre otras; y dado que al inicio del proyecto también eran el grupo con mayor grado de conocimiento sobre las funcionalidades de SIG, también asumieron la coordinación entre los sectores operativos de la compañía para la adecuación, normalización e integración de la información que se aportaría a SIG PAE. Así fue como la información aportada desde cada una de las gerencias fue clasificada en base a los criterios operativos del momento y organizada en diferentes grupos de información o Feature Dataset, conformados por capas o Feature Class; y el mantenimiento de estas quedó a cargo de cada uno de los sectores responsables.

En 2011, los procesos operativos que describen el funcionamiento de la solución SIG PAE se registraron en el procedimiento “GSJ-OGN-DO-001 - Sistemas de Información Geográfica (SIG PAE) - Gestión de datos básicos - UG GSJ”, en el cual se detallan los objetivos, alcances, términos, definiciones, organización, sectores operativos, responsabilidades, procesos operativos, actividades y subprocesos, etc., fijados en el inicio del proyecto. Este procedimiento, al ser elaborado desde el área de IT - GIS tiene un enfoque más orientado hacia lo tecnológico que a la totalidad de los procesos generales.

3.3. CARACTERÍSTICAS DE SIG PAE

La arquitectura técnica de SIG PAE está compuesta por servidores de tipo App Server Desktop y de tipo DB Server. Los primeros son los sitios de almacenamiento para los entornos de desarrollo, testeo y producción de la información geográfica; y los segundos, son los que almacenan las bases de datos geográficas. Funcionan bajo tecnología Citrix, entorno en el que se encuentran alojadas las licencias de las diferentes aplicaciones de tipo App Server. Estos servidores permiten realizar operaciones transaccionales con otros sistemas de la compañía de diversas temáticas como ser información de pozos, documentación técnica, telemediciones supervisadas, gestiones administrativas, entre otras.

La estructura de SIG PAE está conformada por dos entornos: el web y el Desktop, que permiten a los usuarios acceder a capas de información, herramientas, licencias y aplicaciones; las cuales se despliegan a partir de la comprobación de procesos de seguridad que validan los perfiles, tipos de acceso y prestaciones a los que cada usuario tiene acceso en función de los permisos otorgados.

El entorno web está diseñado, bajo tecnología ESRI, como una herramienta de visualización, descarga y consulta de datos de las unidades de gestión de PAE, para todos los usuarios de la compañía. Está conectado por medio de servidores de aplicaciones a través de los cuales se accede a capas de información, mapas, servicios de datos. A SIG PAE web se accede desde un portal de intranet en el que se encuentran los servicios de mapas prediseñados para cada Unidad de Gestión; cada uno de ellos cuenta con una tabla de contenido desde la que se puede acceder a las capas de información del mapa base y a servicios adicionales, algunos de los cuales son de acceso público y otros privados, dado que por cuestiones de seguridad y confidencialidad requieren de autorización de los sectores propietarios para visualizarlos.

El entorno desktop está compuesto por aplicaciones de ArcGIS, versión 10.8, a las cuales se accede a través de Citrix; y que se encuentra reservado en forma exclusiva para usuarios que desempeñan el rol de editores. Dentro de este ámbito se realizan las altas, bajas y modificaciones de datos, el diseño de la simbología de los elementos representados, la confección de cartografía temática, tareas de proyección y conversión

a diferentes sistemas de referencia geográfica, exportaciones de datos a diferentes formatos, análisis y procesamiento de imágenes satelitales de alta resolución, entre otras actividades.

Para conocer el área de aplicación y la situación inicial de SIG PAE en GSJ se resumen algunos números que permiten poner en contexto de la tesis:

- Actualmente existen más de 180 instalaciones mayores, entre plantas y baterías, cerca de 5000km de caminos internos dentro de las áreas operativas, más de 11000km de ductos (petróleo, agua, gas), más de 5000km de líneas eléctricas propias.
- El sistema de información geográfica corporativo SIG PAE se encuentra en actividad dentro de la compañía desde el año 2008.
- SIG PAE GSJ tiene más de 400 capas de información de tipo vectorial y cerca de 40 capas de tipo ráster entre imágenes de alta resolución y modelos digitales de elevación.
- El procedimiento “GSJ-OGN-DO-001: Sistema de Información Geográfica Corporativo (SIG PAE) - Gestión de datos básicos - UG GSJ” fue elaborado en el año 2011, se encuentra vigente al día de la fecha y no ha tenido revisiones posteriores.
- A mediados de 2021 se registran casi 1600 personas con permisos de visualización en el entorno web de SIG PAE, de los cuales el 91% son usuarios de la UG GSJ; y alrededor de 60 editores, de los cuales el 80% tienen permisos de edición sobre las capas de la UG GSJ.

3.4. USUARIOS DE SIG PAE

Para asegurar la organización y el funcionamiento de SIG PAE, en el procedimiento “GSJ-OGN-DO-001: Sistema de Información Geográfica Corporativo (SIG PAE) - Gestión de datos básicos - UG GSJ” del año 2011, se estructuró la participación de los usuarios a partir de los siguientes perfiles

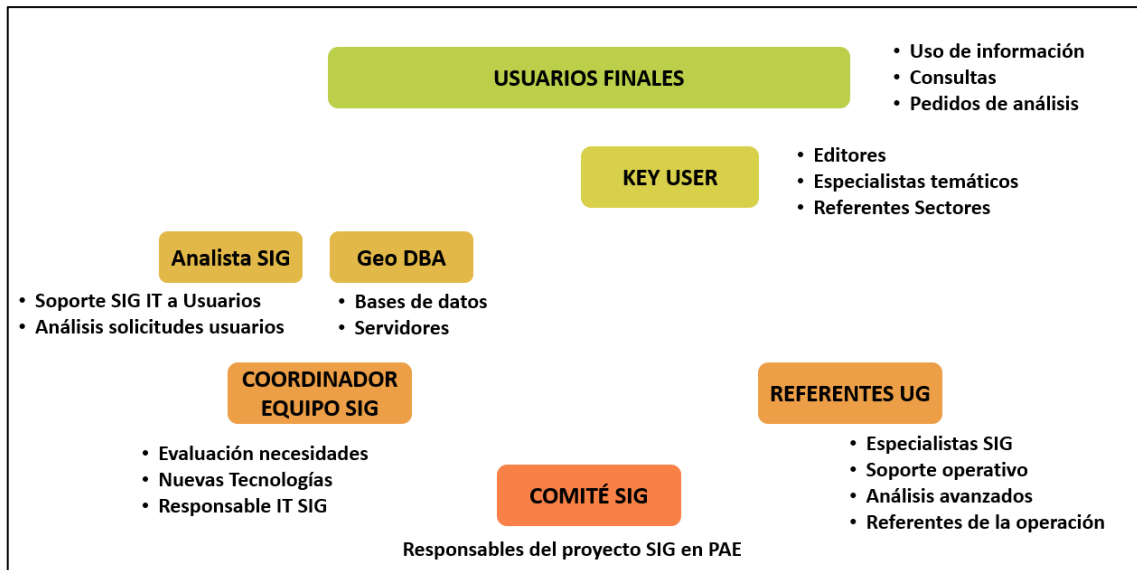


Figura 6 - Estructura original de perfiles de usuarios en SIG PAE

- Comité SIG: es el grupo de responsables del proyecto SIG en PAE, compuesto por los referentes del área de IT - GIS, del área de Aseguramiento del Desarrollo (Desarrollo de Reservas), y los referentes SIG de cada una de las Unidades de Gestión de la compañía. Algunas de las principales responsabilidades son garantizar el cumplimiento de los aspectos técnicos del procedimiento, auditar el cumplimiento de procesos y la evaluación de nuevos desarrollos.
- Coordinador del Equipo IT SIG: es el responsable del área IT - GIS, entre sus principales responsabilidades están: asegurar el acceso, integridad, confidencialidad y disponibilidad de SIG PAE en todas las unidades de gestión; garantizar un adecuado nivel de soporte a los usuarios; administrar licencias y herramientas SIG; evaluar la infraestructura tecnológica de nuevas tecnologías y necesidades de desarrollo de SIG PAE; y coordinar las tareas de los Analistas SIG y el GeoDBA (Administrador de bases de datos geográficas).
- Referentes SIG de la Unidad de Gestión: son especialistas en SIG, sus principales responsabilidades son brindar soporte operativo a los usuarios de su unidad de gestión, analizar solicitudes y propuestas de usuarios, realizar

análisis avanzados, y funcionar como referentes de la operación de la UG ante el Comité SIG.

- d) Analista SIG: miembros del equipo IT SIG, abocados a brindar soporte funcional y tecnológico del sistema y herramientas SIG a los usuarios.
- e) GeoDBA: miembro del equipo IT SIG; sus principales funciones son administrar las bases de datos geográficas y de los servidores donde se alojan estas BBDD; gestionar las solicitudes de acceso a entornos web y desktop, licencias y herramientas SIG; brindar soporte funcional y tecnológico del sistema y herramientas SIG a los usuarios.
- f) Key Users o usuarios clave: son los usuarios que desarrollan el rol de editores SIG, cuya principal responsabilidad son las altas, bajas y modificaciones de datos y elementos gráficos correspondientes a las capas de información que tiene asignadas en función del sector y/o gerencia a la que pertenece. Existen dos tipos de Key User:
 - Key Users de sector: editores que dado el conocimiento que poseen sobre las actividades del área a la que pertenecen, fueron asignados como especialistas temáticos y referentes de edición SIG; son responsables del mantenimiento de las capas de información asignadas; cuentan con habilitaciones parciales, definidas a partir de su posición y rol, que tienen disponibles a través de aplicaciones SIG de acceso remoto mediante tecnología Citrix.
 - Key Users avanzados: grupo compuesto por editores avanzados, que tienen a su cargo el mantenimiento de capas de información de distintas gerencias y vicepresidencias; brindan soporte operativo SIG a los Key Users de sector y al resto de los usuarios de la compañía; realizan análisis espaciales y elaboración de cartografía temática como apoyo a la toma de decisiones; además de contar con el acceso remoto disponen de licencias locales de tipo ArcGIS Desktop.
- g) Usuarios Finales: son los usuarios del entorno web con perfil de visualizadores; es el grupo más importante en número y actividad, ya que está

compuesto por todos los empleados de la compañía que poseen acceso a SIG PAE para la consulta, visualización o búsqueda de información en el entorno web; son quienes realizan pedidos de análisis y diseños de cartografía temática, acercan sugerencias o propuestas de mejora a los referentes SIG de su UG, y consumen la información geográfica y los datos de SIG PAE para sus tareas habituales.

Según los registros de mediados de 2021, el entorno web de SIG PAE cuenta con alrededor de 1600 usuarios directos, un número que se incrementa si se considera a las personas que acceden a la información a través de otros sistemas de la compañía; en la Unidad de Gestión Golfo San Jorge, el grupo de Key Users cuenta con 20 editores.

Los usuarios de SIG PAE se encuentran distribuidos espacialmente entre:

- Argentina: repartidas entre la UG Acambuco en la provincia de Salta; CABA en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires; Campana, en la provincia de Buenos Aires; Neuquén en la provincia homónima; y Golfo San Jorge en las provincias de Chubut y Santa Cruz.
- México: dentro de las áreas operativas Veracruz y Tabasco, ubicadas en el Golfo de México.

3.5. (OK) INFORMACIÓN EN SIG PAE

El Sistema de Información Geográfica corporativo está estructurado a partir de bases de datos que son compartidas por todas las Unidades de Gestión donde opera la compañía: Veracruz y Tabasco, en México; y Neuquén, Cuenca Marina, Off Shore y Golfo San Jorge en Argentina; y a partir de filtros en el sistema y permisos de acceso para los usuarios se asegura el despliegue de los datos de la UG que se desea consultar.

Al contar con bases de datos compartidas entre las unidades de gestión, cualquier propuesta de modificación que se pretenda aplicar, debe ser evaluada en forma preliminar por el equipo IT - GIS, y posteriormente consensuada entre los referentes de las distintas UG, de modo que se puedan analizar los alcances e impactos que se puedan generar en cada uno de los ámbitos de aplicación.

En la UG Golfo San Jorge, SIG PAE cuenta con más de 400 capas de información (Feature Class) de tipo vectorial, estructuradas en aproximadamente 50 conjuntos de datos (Feature Dataset) que abarcan temáticas tales como Áreas, Cartografía General, Ductos y Redes (gas, petróleo, inyección), Ductos de Servicio, Estructural, Geofísica, Instalaciones, Mantenimiento, Medio Ambiente, Permisos de Superficiales de Obras y Pozos, Red de Caminos, Red Eléctrica, Reservas, entre otras; cerca de 40 capas de información de tipo ráster entre imágenes satelitales de alta resolución (de tipo Landsat, Quick Bird, World View) y modelos digitales de elevación. En función de las tareas que desempeña cada usuario dentro de los procesos de SIG PAE tienen asignado un perfil determinado que lo habilita a visualizar y/o editar información de la totalidad (para el caso del Referente SIG) o parte de las capas de información (editores) según el área donde se desempeñen, como así también de una o más unidades de gestión.

En el entorno web la información puede ser visualizada a través de servicios de datos en los que a través del uso de filtros y simbología permiten representar temáticas específicas; los mismos son diseñados por los Key Users avanzados y/o analistas SIG; y son clasificados en públicos o privados, en función del grado de confidencialidad que se prevea para la visualización de la información. Las capas y/o servicios de información públicas son aquellas que se encuentran disponibles para la consulta de todos los usuarios SIG; además existen capas y/o servicios de tipo privado que son aquellas que están restringidas únicamente a conjuntos de usuarios definidos a partir de permisos de acceso controlados por el/los propietario/s del servicio de datos al que pertenezcan, de modo que se pueda asegurar la confidencialidad de la información. Ambas condiciones de accesibilidad aplican tanto para el entorno web como para el desktop.

Cada una de las capas de información contiene su correspondiente tabla de atributos, creada en función de los criterios y prioridades establecidas por los sectores directamente relacionados a la temática de estas. El objetivo de los atributos es poner a disposición de todos los usuarios de SIG PAE datos que permitan tener un mayor grado de conocimiento tanto de las instalaciones de superficie, como de las áreas y factores que se deben tener en cuenta a la hora de analizar las condiciones de un sitio o requerimientos de proyectos a desarrollarse en la UG.

Dada la extensión geográfica de la Unidad de Gestión GSJ (5000km² aprox.), la diversidad de instalaciones, actividades y proyectos, la antigüedad de la operación en el área, la distribución espacial de los usuarios en las áreas operativas y de gestión de la compañía, y fundamentalmente por la magnitud de datos disponibles para consultar, se vuelve de suma importancia contar con información precisa en cada elemento representado. Para poder profundizar el conocimiento sobre ellos es necesario contar con bases de datos actualizadas, completas y exactas, de modo que aporten un adecuado nivel de detalle en la información y a la vez, aseguren la efectividad en las operaciones transaccionales, ya sea dentro del propio SIG PAE como entre las interrelaciones que se realizan en forma constante con otros sistemas de la compañía, enviando y/o recibiendo información que les permita complementarse.

SIG PAE es un sistema que podríamos considerar maduro dado que se encuentra en vigencia desde el año 2008, en el que solamente para la Unidad de Gestión Golfo San Jorge se administran más de 400 capas de información vectoriales de distintas temáticas, donde interactúan desde diferentes roles alrededor de 1600 usuarios en forma directa, que se encuentran distribuidos espacialmente en la UG GSJ, un área operativa de 5000km² (aprox.), y desde ciudades y localidades de las provincias de Chubut, Santa Cruz, Neuquén, Salta y Buenos Aires. Además, por intermedio de transacciones operacionales de tipo ETL (Extract, Transform, Load) SIG PAE se vincula con otros sistemas de la compañía como SAP, InfoProd, PI, Open Wells, Zafiro, Pump Off, GeoDA, Wireline, entre otros; sistemas con quienes comparte información ya sea mediante el envío o la recepción de datos; incrementando así el número de usuarios indirectos de la información de SIG PAE.

3.5.1. GESTIÓN DOCUMENTAL

Normalizar procesos y actividades, establecer los documentos para el intercambio de información y definir metodologías para la generación y actualización de documentos es parte fundamental para lograr una gestión eficaz en la administración y difusión del conocimiento a través de información que sirve de sustento para el desarrollo de las actividades de la compañía; para ello, internamente se ha desarrollado

el Procedimiento de Gestión llamado “Manejo de Información Documentada” en el que se establece la metodología para la elaboración y control de los documentos que se generen o actualicen a nivel corporativo y alcanza a las actividades y personal que se desarrolla en todas las Unidades de Gestión donde opera Pan American Energy. Los documentos alcanzados por el Procedimiento de “Manejo de Información Documentada” son:

- Políticas: Establece los compromisos que delimitan el marco para la acción y para el establecimiento de los objetivos organizacionales. Por definición, tiene carácter corporativo.
- Marcos: Define un conjunto de expectativas, estableciendo una manera sistemática de conducir el negocio de modo de cumplir con los compromisos asumidos en las políticas. Por definición, tiene carácter corporativo.
- Estándar: Define los requisitos mínimos que debe seguir una operación. Conjuga las mejores prácticas de la industria con los procesos de la organización.
- Manuales: Describe el modelo o sistema de gestión de una organización, reflejando los métodos utilizados para satisfacer su política. Puede tener carácter corporativo o local.
- Fichas de Proceso: Describe los elementos característicos de un proceso, incluyendo: Dueño del proceso, Propósito, Clientes, Productos, Medidas de desempeño, Entradas, Salidas y actividades. Puede tener carácter corporativo o local.
- Procedimiento: Documento que describe la metodología para llevar a cabo una actividad o proceso. Establece el “qué” debe hacerse. Puede tener carácter corporativo o local.
- Instructivo: Detalla la secuencia específica de pasos para realizar alguna actividad descrita en un procedimiento. Establece el “cómo” deben realizarse las tareas.

- Documento de trabajo: Contienen información que sirve de sustento para el desarrollo de las actividades de una organización y que no responde a las definiciones de documentos incluidos en la pirámide documental de PAE.
- Formularios: Documento con formato estructurado, utilizado para registrar los resultados de una tarea, actividad o proceso. Se encuentra vinculado a una ficha de proceso, procedimiento o instructivo, y una vez incorporados los datos constituye un registro.

Contar con una gestión clara para la administración documental trae múltiples beneficios, dado que establece un método normalizado para guiar la generación y actualización de documentos, ofrece un sitio seguro para el resguardo de archivos y los pone a disposición de los usuarios de todos los sectores y ubicaciones geográficas; y se constituye como una fuente de consulta y conocimiento compartido para todo el personal de la empresa (PAE-CTO-PG-001).

3.5.1.1. PROCEDIMIENTO SIG PAE

En el año 2011, se aprobó el Procedimiento llamado “Sistema de Información Geográfica Corporativo SIG PAE - Gestión de datos básicos - UG GSJ”; un documento elaborado para ser aplicado a la administración de datos SIG en la UG Golfo San Jorge; cuyos principales objetivos eran el de contar con un repositorio centralizado de información de instalaciones vinculadas a la operación de Pan American Energy; asegurar la disponibilidad online tanto de datos geográficos como de los atributos de las instalaciones para facilitar la planificación y gestión; identificar los sectores y tareas que participan de las altas, bajas y modificaciones de datos básicos; asegurar el acceso fluido a los datos tanto para el uso interno de PAE, sus empresas contratistas y organismos que funcionan como Autoridades de Aplicación; centralizar la administración cartográfica que refleje la realidad operativa, incorporando lógicas de redes y vinculando datos alfanuméricos preexistentes; y establecer el alcance del SIG corporativo y su integración con otros sistemas de la empresa. Se definió que el procedimiento involucraría bajo su alcance a la gestión de datos de pozos, de instalaciones de producción e inyección, ductos y líneas, cartografía, líneas e instalaciones eléctricas, seguridad patrimonial, SSA

(seguridad, salud y ambiente) y datos GIS. Este procedimiento fue la primera guía con la que contaron tanto los usuarios que participaban aportando información al proceso de gestión de la información, como quienes consultaban y/o incorporaban los datos editando en SIG; el mismo fue elaborado en conjunto por las áreas de Aseguramiento del Desarrollo e Information Technology GIS, ambos sectores ubicados físicamente en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. El documento esquematizó la información a partir de la descripción de procesos, los procesos y actividades que lo componían.

El paso del tiempo, la extensión geográfica sobre la que se desarrolla la compañía, los movimientos de personal, la evolución en los puestos y sectores de la empresa, sumado a las necesidades operativas y el crecimiento que ha tenido el uso y aplicaciones del SIG corporativo en diversos sectores, han generado la necesidad de una revisión general de los procesos que participan de la llegada de las altas, bajas y/o modificaciones que se producen en las instalaciones de la compañía, a fin de asegurar la disponibilidad de datos eficientes, actualizados y confiables para la planificación y toma de decisiones. Al realizar un análisis sobre el procedimiento “Sistema de Información Geográfica Corporativo SIG PAE - Gestión de datos básicos - UG GSJ”, se puede observar que ha permitido sentar la base documental para iniciar las tareas que requería la puesta en producción del SIG corporativo y disponibilizar información de distintos orígenes, generalmente tabulares, provenientes de diversos sistemas corporativos para el seguimiento de instancias operativas y/o descripción de equipos asociados.

Si bien el procedimiento sirvió como base documental para iniciar las tareas que requería la puesta en producción del SIG corporativo, el hecho de que haya sido redactado por sectores vinculados a la planificación y desarrollo tecnológico, lo ha llevado a tener un enfoque más vinculado al proceso que en las cuestiones operativas que se requiere tomar en consideración al momento de esquematizar y asignar responsabilidades; un hecho que se traduce en la profundización descriptiva de algunas instancias preliminares a la llegada de los datos a SIG PAE, y la escasez de detalle en las actividades específicas que se requieren para la alimentación y mantenimiento de los elementos y bases de datos que componen al sistema de información geográfico corporativo.

4. CAPITULO IV - IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE CALIDAD DE DATOS EN SIG PAE

Cuando hablamos de un SIG es importante tener en cuenta que no sólo debemos enfocarnos en la parte tecnológica del software, sino que es vital desarrollar una visión amplia y general que considere todos los procesos vinculados a la gestión de la información, y que abarca una amplia diversidad de actividades como ser la selección del tipo de software que mejor se adecue a las necesidades, el diseño de las bases de datos, la elección de los atributos más adecuados para la caracterización de los elementos representados gráficamente, establecer el método de recolección y/o relevamiento de los datos que mejor se adecue a las necesidades del SIG, la definición de las etapas en que se desarrollará la gestión de la información SIG, la selección del personal con mayor idoneidad para desempeñar los roles requeridos en cada etapa y proceso, la definición del alcance de cada uno de los roles participantes en la gestión de la información, identificar las transacciones operacionales que el SIG en cuestión tendrá con otros sistemas con los que guarde vinculación, establecer reglas claras para definir la actuación esperada en el manejo de los datos y los criterios a considerar en el registro de datos, etc. Estas son algunas de las cuestiones que no deben obviarse a la hora de pensar en la elaboración y/o análisis de un sistema de información geográfica, ya que son factores claves para desarrollar una visión integral que contemple los aspectos fundamentales para asegurar un efectivo funcionamiento de un SIG.

A lo largo de los años en el rol como Analista Senior SIG y administradora de las herramientas SIG de la UG GSJ he logrado adquirir una sólida experiencia tanto en el manejo como en la gestión de la información; así mismo, el brindar soporte operativo a los usuarios de distintos sectores de la compañía me ha permitido incorporar conocimientos generales sobre temáticas vinculadas a la producción, cuestiones legales sobre la servidumbre administrativa (decreto 850/96), requerimientos de organismos oficiales, implantación de futuros pozos, proyectos de ingeniería e inversiones, gestión vehicular, medio ambientales, administrativos, telecomunicaciones, catastrales, entre muchos otros. Una variedad multidisciplinar y de interrelaciones con diversos sectores y profesionales que además de brindarme la posibilidad de conocer en mayor

profundidad sus actividades y necesidades, me permitió sumar ideas e identificar oportunidades de mejora que pude estructurarlas a partir de la participación en el programa de formación interna de la compañía llamado “Impulsores de la Mejora Continua”, cuyo objetivo es la capacitación de agentes de cambio que logren promover la mejora continua en cada uno de sus sectores, aportando herramientas y metodologías que permitan identificar y resolver problemas de manera sistémica y creativa.

A partir de estos nuevos conocimientos he logrado elaborar una propuesta de mejora para la gestión de la información de SIG PAE, con una visión integral que no sólo se enfoque en los requerimientos de datos de los distintos sectores operativos y de gestión, sino que además involucre la identificación de las personas y procesos vinculados en las altas, bajas y modificaciones de las instalaciones de superficie a nivel operativo y en SIG PAE, analizar los procesos y procedimientos que guían la gestión de la información, la definición de roles y responsabilidades de los actores participantes en los procesos, y evaluar alternativas que permitan facilitar el monitoreo del estado de los datos en las capas de información de SIG PAE; de modo que se pueda establecer un marco general de trabajo y redefinir los mecanismos necesarios para que SIG PAE pueda brindar a los usuarios y sistemas vinculados una fuente confiable de información.

Si bien la experiencia en el trabajo diario como soporte operativo de SIG para toda la UG GSJ, los intercambios entre los distintos grupos de usuarios, la participación en grupos interdisciplinarios con sectores de otras gerencias, y los inconvenientes que surgen al momento de ejecutar determinados análisis de datos o vinculaciones con información proveniente de proyectos o planificaciones nos daban la pauta de la necesidad de implementar algún tipo de solución que mejore la calidad de los datos brindados por SIG PAE; fue en 2019 cuando se inicia el proceso formal de evaluación del estado de situación inicial del SIG corporativo a partir de la aprobación y acompañamiento del coordinador, líder y gerente de la Gerencia de Proyectos e Instalaciones (GPI GSJ), y con el apoyo del Vicepresidente de Operaciones de Golfo San Jorge, máxima autoridad de la Unidad de Gestión GSJ y la Vicepresidencia de Proyectos e Instalaciones para toda Argentina; quienes brindaron el respaldo necesario para encarar una revisión y redefinición transversal que involucra a sectores de varias gerencias, tanto de GSJ como de Buenos Aires.

La fase inicial del desarrollo de la tesis comienza con la recopilación de bibliografía especializada en la gestión de calidad en general, los sistemas de calidad aplicados a los SIG, la búsqueda de casos de estudio enfocados en la aplicación de la gestión de calidad en SIG dentro del ámbito de empresas dedicadas a la explotación de petróleo y gas, documentación vinculada a estándares para la administración de la calidad de la información geográfica definidos por normativas de organismos internacionales. En el ámbito de la compañía se reunieron los siguientes instrumentos: procedimientos vigentes vinculados a SIG PAE, el modelo de gestión de datos correspondiente a la UG GSJ, los requerimientos establecidos por la Secretaría de Energía para la presentación del mapa base que reviste con carácter de declaración jurada para la empresas operadoras de hidrocarburos, el documento que describe las transacciones vinculadas a las reglas de negocio que interrelacionan a SIG PAE con otros sistemas de la compañía, y se efectuó una descarga de la totalidad de las bases de datos geográficas de las capas de información correspondientes a la UG GSJ.

El universo de estudio está acotado a los procesos de la gestión de información geográfica actuales y la información alfanumérica y geográfica (Feature Class) del Sistema de Información Geográfica corporativo SIG PAE de la empresa Pan American Energy LC, disponibles al mes de agosto de 2021 y correspondientes a la Unidad de Gestión Golfo San Jorge.

Las unidades de análisis para el desarrollo de la tesis son:

- Las capas de información (Feature Class) que, como parte de la primera etapa de la implementación de la gestión de calidad de datos, son analizados en función de los requerimientos del elemento de calidad Compleción (Ariza López y Garcia Balboa, 2008; 112) y de su condición de obligatoriedad definida por requerimientos de organismos oficiales y necesidades operativas.
- Los procesos de gestión de la información en SIG PAE GSJ definidos en el procedimiento “GSJ-OGN-DO-001 - Sistemas de Información Geográfica (SIG PAE) - Gestión de datos básicos - UG GSJ”.

Las variables de análisis que se consideran en el desarrollo de la tesis son:

- Los atributos que componen las bases de datos geográficas de todas las capas de información vectoriales de la UG GSJ; a los cuales se les aplicará un tipo de clasificación.
- La definición y alcance de roles y responsabilidades de las personas, sectores y gerencias involucradas en los procesos de llegada, mantenimiento y actualización de la información en SIG PAE.

El desarrollo de la tesis involucra el uso de fuentes de información primarias y secundarias. La principal fuente serán las bases de datos geográficas de las capas de información de SIG PAE de la UG GSJ, dado que aporta los datos a considerar en el análisis. En este caso, las capas de información de SIG PAE tiene un doble carácter, ya que aquellas que son administradas por el equipo de Cartografía SIG GSJ (al cual pertenezco) serán consideradas como primarias; y a aquellas que son gestionadas por otros equipos de editores, al no disponer de la debida documentación que describan los procesos de administración de su contenido ni existir una metodología uniforme entre todos los equipos de trabajo, serán consideradas como fuentes de información secundaria.

La tesis tiene como objetivo analizar la implementación de acciones que permitan mejorar la gestión de la información y la reformulación de procesos vinculados que permitan ofrecer datos eficientes, completos, actualizados y auditados en el SIG corporativo; una propuesta basada en cuatro etapas: Diagnóstico, Diseño, Planificación e Implementación.

4.1. DIAGNÓSTICO

Para establecer la situación inicial de SIG PAE se inicia la etapa de diagnóstico mediante un análisis FODA que permita identificar las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Las fortalezas más relevantes están basadas en el volumen y amplitud de información vectorial y ráster existente en la UG GSJ, un importante activo que se ha ido

incrementando a lo largo de los años de operación en el área, conformando un relevante conjunto de información sobre las instalaciones de superficie de la compañía, y de las características físicas, ambientales y legales de la zona. Otro importante activo son los editores, personal con alto grado de conocimiento en las tareas operativas de cada uno de sus sectores, y que podrían realizar interesantes aportes interesantes si se los tomara en cuenta al momento de pensar en mejoras sobre las capas que tienen bajo su responsabilidad. Un tercer valor lo representa el equipo IT SIG de la compañía, que permite contar con personal especializado para la gestión y administración tecnológica de SIG PAE, y que además tienen bajo su cargo el desarrollo de mejoras sobre el sistema y actualizaciones de software. La cuarta fortaleza de SIG PAE la constituyen las interrelaciones que tiene actualmente establecidas con otros sistemas de la compañía a los cuales alimenta o de quienes recibe información, permitiendo generar un intercambio homogéneo de información, reducir la duplicación de esfuerzos y ampliar el uso de los datos hacia múltiples sectores. La quinta fortaleza, a pesar de no ser específica de SIG PAE cabe mencionarla, dado que contar con la decisión de la compañía de incorporar a la mejora continua como un método de trabajo en el que cada sector puede elaborar propuestas de optimización que permitan ejecutar de modo más efectivo el trabajo cotidiano.

Al analizar las oportunidades que podrían desarrollarse en SIG PAE es interesante comenzar por el aporte que puede realizarse desde la geografía para vincular datos partiendo desde su información y posición espacial e interrelacionarlos con información corporativa, y ser utilizados para la toma de decisiones operativas. Otra de las potencialidades a desarrollar es la incorporación de nuevas tecnologías para el análisis de grandes volúmenes de datos y múltiples variables, a través de la extracción de patrones de información que permitan darles mayor valor a los datos y tomar decisiones con un nivel de certeza más elevado, con soluciones del tipo Business Intelligence. En la misma línea se podrían incorporar lógicas de Data Analytics, un enfoque que permite el análisis de datos con metodología de tipo Big Data, con el objetivo de analizar grandes volúmenes de información para detectar comportamientos, patrones y situaciones anómalas, a través de los cuales desarrollar proyecciones que permitan anticipar situaciones. Otra de las posibilidades a desarrollar sería el incremento en las

interrelaciones de SIG PAE con nuevos sistemas de la compañía, de modo que se pueda potenciar la información existente sumando el componente espacial y aprovechando las plataformas tecnológicas existentes. La quinta oportunidad para destacar es la decisión y apoyo corporativo de las gerencias y vicepresidencias operativas a la implementación de un sistema de calidad de datos, de modo que se brinde información actualizada y confiable en SIG PAE GSJ.

Cuando se analizaron las debilidades de SIG PAE se destaca en primer término las consecuencias negativas de no contar con un sistema de auditorías, tanto de los datos como de los procesos. En la misma línea, se señalan los inconvenientes que trae aparejada la falta de coordinación operativa de SIG dado que cada uno de los editores y sus sectores actúan en forma aislada, generando criterios individuales, descoordinación entre quienes aportan los datos y quienes los editan en SIG PAE, y se hace evidente la falta de comunicación entre sectores editores. Otra de las debilidades identificadas es la existencia de capas con información incompleta o desactualizada, una situación que reduce el nivel de certeza sobre aquellos análisis realizados sobre datos parciales. Al verificar el estado de las capas que tienen a cargo cada uno de los editores se reconoce la necesidad de implementar un plan de acción que permita nivelar el nivel de conocimiento sobre los SIG en los editores, dado que en el conjunto conviven personas con un alto nivel de conocimiento y especialización en los sistemas de información geográfica, junto a otras que poseen un conocimiento más vinculado a lo operativo y que requieren un mayor nivel de instrucción en el ámbito de la gestión de datos en SIG. Una situación que viene de la mano del desconocimiento del alcance y responsabilidad que tienen las personas involucradas en cada rol del proceso de gestión de la información en SIG PAE.

Por último, otra de las debilidades reconocidas es la baja difusión de las funcionalidades y análisis SIG en algunos sectores operativos y de gestión que aún no han tomado contacto con SIG PAE, y realizan consultas en múltiples sistemas por desconocer las vinculaciones desde SIG PAE con el resto de los sistemas de la compañía, usan herramientas rudimentarias como Google Earth, entre otros casos detectados en el diagnóstico preliminar.

ANÁLISIS FODA SIG PAE



Figura 7 - Análisis FODA sobre SIG PAE GSJ (Elaboración propia)

Entre las potenciales amenazas identificadas al analizar el estado inicial de SIG PAE se puede señalar la pérdida de control sobre los datos existentes y aquellos por ingresar a las bases de datos geográficas debido a la carencia de un sistema de control sobre los mismos. Otro factor importante es la heterogeneidad de criterios encontrados en los diferentes grupos de editores para gestionar la información, favorecida por la falta de coordinación operativa con visión SIG a nivel de editores y procesos. Dos hechos que tienen repercusiones al momento de utilizar los datos como soporte para la toma de decisiones con información deficiente; y que pueden generar conclusiones erróneas, provocar la pérdida de confianza sobre la información en los usuarios, que derivará en la consecuente pérdida de interés en SIG PAE.

4.2. DISEÑO

A partir de los resultados obtenidos en la matriz del análisis FODA en el que se identificaron los puntos fuertes, los más débiles, las oportunidades y las amenazas en torno al estado inicial de SIG PAE en la Unidad de Gestión Golfo San Jorge, se avanzó hacia el próximo nivel de profundización en la evaluación para establecer los principales aspectos que influyen en el problema de la ineficiencia de la información de SIG PAE.

Los resultados fueron sintetizados a partir de un diagrama de Ishikawa, un esquema global en el que se sintetizaron las 6 áreas principales en las que se basará la evaluación de SIG PAE GSJ y cada una de sus causas asociadas. Dado que dos de ellos se refieren a cuestiones más vinculadas a temas de otras gerencias y asuntos de tipo organizacional, el desarrollo de la tesis se enfocará únicamente en cuatro de ellos: Datos, Editores, Métodos y Procesos.



Figura 8 - Diagrama de Ishikawa o espina de pescado para analizar las causas de la ineficiencia en la información de SIG PAE (Elaboración propia)

4.2.1. DATOS

En el ámbito de los datos de SIG PAE se identifican cuatro principales causas que inciden negativamente en la calidad de la información de SIG PAE.



Figura 9 - Análisis de propuestas para problemas asociados a los Datos de SIG PAE GSJ

En primer lugar, se observa que las tablas de atributos de las capas de información tienen datos incompletos, un inconveniente relevante dado que impide hacer análisis consistentes cuando no se cuenta con la totalidad de la información. Para iniciar el análisis del estado de los datos se comienza haciendo un detalle de la totalidad de los Feature Class, se clasifican en vectorial y ráster, ya que esta fase del proyecto se enfoca únicamente en las primeras.

La segunda causa detectada son los diferentes niveles de actualización que se encontraron en las capas de información de la UG GSJ, donde en una misma geodatabase conviven Feature Class con datos actualizados el mismo día en que se realizó la bajada de datos de las tablas de atributos con otras que llevan años sin que se les haya ingresado nuevos datos ni hayan tenido modificaciones en la geometría o atributos de los registros existentes. Considerando que existen múltiples factores que influyen en la definición de esta situación, será considerada para la evaluación en una etapa posterior del proyecto que no estará incluido en el desarrollo de la tesis.

La tercera causa reconocida fue el desconocimiento sobre los datos obligatorios a partir de los requerimientos de organismos oficiales como la Secretaría de Energía, reglas del negocio establecidas con sistemas de la compañía vinculados a SIG PAE y necesidades operativas. Una situación que se observó tanto en las personas que aportan la información sobre las ABM ejecutadas en las instalaciones de superficie, como en los editores que reflejan estas novedades en los datos de SIG PAE; por lo que se registrará un detalle de todas las vinculaciones y obligaciones que tengan todas las capas de información de la UG GSJ, que serán difundidas a partir de un documento específico.

El cuarto punto está asociado a la primera y cuarta causa, es la falta de información necesaria para otros sistemas vinculados a SIG PAE; al no tener definidos en su totalidad los atributos de cumplimiento obligatorio existen casos en los que al no contar con reglas de negocio que fuercen la completitud, derivan en datos incompletos; y al ser un inconveniente directamente relacionado con el punto anterior se adoptará una solución en conjunto para que involucre ambos aspectos.

4.2.2. EDITORES

Al evaluar las causas desde el punto de vista de los editores, se identificaron cuatro causas principales que inciden negativamente en la calidad de la información de SIG PAE.

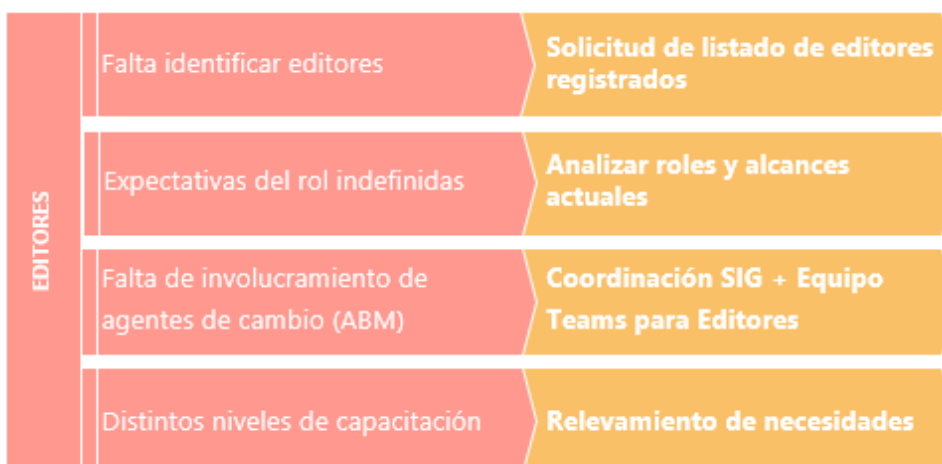


Figura 10 - Análisis de propuestas para problemas asociados a los Editores de SIG PAE GSI

El primer punto señalado es que falta identificar a los referentes editores para cada grupo de información, un hecho favorecido por los cambios organizacionales que se han dado desde el comienzo de SIG PAE, que impactan directamente en los puestos y roles haciendo que las responsabilidades de edición no siempre sean delegadas adecuadamente en nuevas personas, y provocan que existan capas sin editores definidos o al menos fácilmente identificables; ya que a la fecha no existe ningún documento o sistema de acceso general en el que se pueda consultar la nómina de editores vigentes. La segunda causa identificada son las expectativas del rol indefinidas, una falta de definición sobre el alcance y responsabilidades esperadas para los editores de las capas de información de SIG PAE GSJ; un hecho que deriva en inconvenientes tales como la disparidad entre el trabajo que realizan los editores y lo que esperan de ellos los usuarios que consumen los datos, la falta de ejecución de actividades por desconocimiento y ausencia de un procedimiento que las defina, entre otros. De modo que se requiere un análisis de todas las tareas esperables para cada uno de los grupos de editores en función de los grupos de información que tienen a su cargo, y la redacción de un detalle con las responsabilidades inherentes a cada uno.

La tercera causa reconocida fue la falta de involucramiento de agentes de cambio (ABM) en un considerable número de capas de información de la UG GSJ, una situación que si bien tiene varias aristas se puede obedecer a la falta de seguimiento de la tarea de edición, al trabajo individual que realizaron los grupos de editores y a una falta de coordinación operativa entre ellos; por lo que se propone la implementación de una coordinación de tipo matricial para el seguimiento de la gestión de la información en SIG PAE GSJ y la búsqueda de un método de comunicación que permita mantener un contacto fluido entre los editores y la coordinación SIG de la UG.

La cuarta causa identificada son los distintos niveles de capacitación que poseen los editores, una situación que genera una dedicación y aprovechamiento dispar de las herramientas y el SIG en general; de modo que se plantea la ejecución de un relevamiento de las necesidades de cada uno de los editores en función de los requerimientos para cada grupo de información.

4.2.3. MÉTODOS

Al momento de evaluar los métodos vigentes y aplicables actualmente en la UG GSJ se identificaron 4 causas principales que inciden negativamente en la calidad de la información de SIG PAE.



Figura 11 - Análisis de propuestas para problemas asociados a los Métodos de SIG PAE GSJ

La primera causa reconocida es la falta de una metodología de control de tipo operativo sobre la información, una situación que genera desconocimiento tanto sobre el contenido y estado de los Feature Class, como de los procedimientos vinculados a los datos y personas que ejecutan los procesos. De modo que se establece la necesidad de incorporar procesos de auditoría a la gestión de la información en SIG PAE.

El segundo punto identificado es la ausencia de roles de control (Auditor), la gestión de la información vigente no tiene establecidos procesos de auditoría sobre la calidad de los datos ni un control operativo sobre la información contenida en las capas de información. De modo que se identifica la necesidad de implementar roles de control, tanto para la auditoría de la integridad de los datos de SIG PAE, como un control de tipo operativo que asegure sobre la calidad del contenido de la información de las capas.

La tercera causa evaluada es la canalización por el área IT GIS de las necesidades operativas de mejoras o consultas que tienen los usuarios a nivel de datos, dado que es un grupo enfocado en las soluciones tecnológicas y en el ámbito de los sistemas; una situación que deriva en un uso inadecuado de tiempos y recursos. De modo que se

propone establecer la figura del Referente SIG de la UG para concentrar la evaluación preliminar desde el punto de vista de la operación de las necesidades planteadas por los usuarios, y que luego sean canalizadas a través del equipo IT GIS para una posterior evaluación que considere aspectos tales como la arquitectura del software y bases de datos geográficas; reglas de validación topológicas y del modelo de negocio; evaluaciones de permisos y licencias aprobadas para los diferentes tipos de perfiles, etc. Una modificación que permitirá un uso más eficiente de los recursos y con la expectativa de reducir los tiempos de gestión de consultas y oportunidades de mejora.

El último punto señalado es la falta de definición de criterios comunes en la gestión de los datos, un hecho que genera que cada sector trabaje en forma independiente, establezcan sus propias definiciones y se carezca de una visión homogénea en el tratamiento de los datos y el cumplimiento de procesos asociados. Para subsanar este problema se propone realizar un análisis de los procesos actuales, para establecer los lineamientos generales que orienten el trabajo del conjunto de colaboradores vinculados.

4.2.4. PROCESOS

En cuanto a los procesos de la gestión de la información se identifican cuatro causas principales que inciden negativamente en la calidad de la información de SIG PAE.

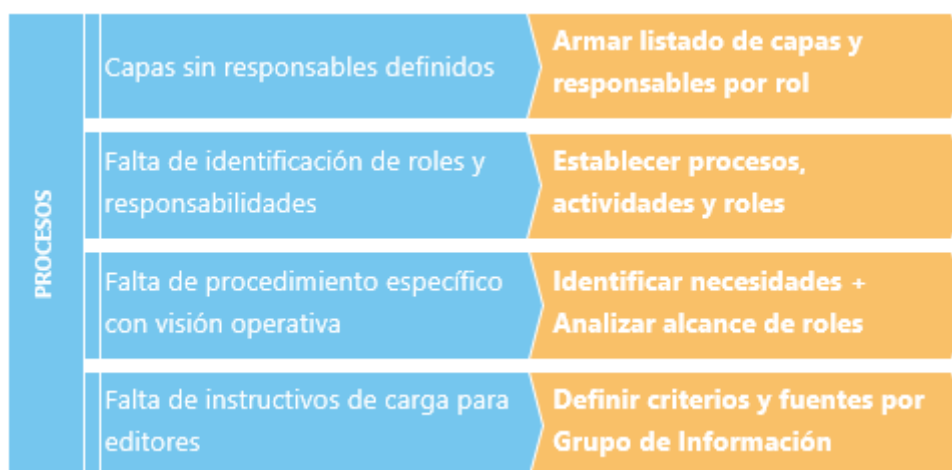


Figura 12 - Análisis de propuestas para problemas asociados a los Procesos de SIG PAE GSI

El primer punto identificado es que existen capas sin responsables definidos, una situación dada por cambios en las funciones de quienes los cumplían con anterioridad o bien por movimientos o cambios en la organización. Dado que es un hecho que viene de la mano con lo señalado en la primera causa asociada a los editores, se trabaja en una solución conjunta mediante la confección de un listado para el registro de los nuevos grupos de información, las capas que los componen y los responsables de ejecutar los roles de la gestión de la información de SIG PAE GSJ. La segunda causa es la falta de identificación de roles y responsabilidades, un factor clave dado que al no existir una definición clara sobre todas las personas que deberían realizar las tareas que requieren los procesos, algunas de ellas pueden quedar sin ejecutar (omisión) o que exista superposición entre las acciones de dos o más personas; y que a diferencia del punto anterior, involucra al resto de los actores que aseguran el cumplimiento de los procesos (responsables de la información, gerencias, etc.). La propuesta para solucionar este inconveniente es establecer un detalle de los procesos, actividades y roles vigentes, para evaluar las adecuaciones e incorporaciones que se consideren necesarias.

El tercer punto señalado, y que viene en relación con causas señaladas en los puntos anteriores, es la falta de un procedimiento con enfoque netamente operativo que permita definir el alcance y los roles de quienes participan actualmente en la gestión de la información en SIG PAE GSJ. Para abordar esta cuestión se identifican las necesidades operativas, se analizan los roles actualmente definidos y otros que deberían incorporarse en los procesos de gestión de la información; actividad que se realiza en conjunto con la coordinación de la gerencia de Excelencia Operativa, área de la compañía dedicada a la gestión de procedimientos y revisión de procesos generales. En último lugar, la cuarta causa identificada es la falta de instructivos de carga para los editores, un hecho evidenciado al analizar la composición de datos de parte de las capas de información en las que se pueden apreciar casos de divergencias en la forma en que son ingresados los valores alfanuméricos, unidades de medida, diferentes interpretaciones o desconocimiento sobre el dato a cargar en el atributo, entre otros. Para abordar esta cuestión se trabaja en la definición de los pasos, actividades, criterios y fuentes de información para las capas de cada grupo de información.

4.3. PLANIFICACIÓN

La tercera fase del proyecto se enfoca en la planificación requerida para la puesta en ejecución de las propuestas de mejora, a través de la definición de acciones concretas.

4.3.1. DATOS

A partir de las propuestas elaboradas en la etapa anterior se definen los planes de acción que permitirán aportar soluciones a los problemas asociados a los datos y que inciden negativamente en la calidad de la información de SIG PAE GSJ.



Figura 13 - Acciones a implementar en problemas asociados a los Datos de SIG PAE GSJ

En primer término, cabe señalar que los datos incompletos en las tablas de atributos, el desconocimiento sobre los datos obligatorios y la falta de información necesaria para otros sistemas vinculados de la compañía son tres aspectos de un mismo problema, que se pueden comenzar a trabajar a partir de la esquematización de los datos en una matriz que permita clasificar la información y monitorear su estado.

Luego de analizar las opciones que presentan las normas ISO para el control de la calidad de la información geográfica, y considerando el universo y complejidades presentes en la UG GSJ, se define iniciar el proceso de implementación de la gestión de la calidad de datos a partir del elemento de calidad Completitud, el mismo es uno de los

aspectos auditables en las tablas de atributos de las capas de información, cuyo análisis permite establecer cuantitativamente el número de campos completos y vacíos que existen en cada una de ellas. Para realizar este proceso, se exportarán las tablas de atributos de los Feature Class a formato Excel, de modo que a través de fórmulas puedan calcularse la cantidad de campos que contienen y no contienen información. Los valores obtenidos sobre cada una de las capas serán registrados en un tablero en el que se dispondrán los resultados obtenidos en el análisis anterior, tanto a nivel de cada Feature Class, como de cada grupo de información.

En relación con la identificación de los datos de cumplimiento obligatorio, tanto por requerimientos por necesidades operativas, solicitudes de organismos oficiales o de sistemas internos de la compañía, se incorpora la clasificación de los atributos en cada una de las columnas que conforman la tabla de atributos exportada a formato Excel para la implementación de la auditoría, de modo que se logre un fácil reconocimiento del tipo de atributos que conforman cada Feature Class y puedan aplicarse fórmulas sobre las mismas. Cabe aclarar que esta es una medida preliminar, dado que en una etapa posterior se solicitará al área IT GIS la evaluación de las posibilidades tecnológicas de incorporar reglas de negocio a nivel del software, de modo que, si en el momento de incorporar un nuevo elemento al Feature Class no se completa alguno de los atributos obligatorios, el sistema no permita avanzar con la grabación de la edición hasta tanto se haya completado la totalidad de este tipo de atributo.

Con respecto a los diferentes niveles de actualización que se encontraron en las capas de información, el análisis preliminar indica que existen una multiplicidad de factores y situaciones en cada una de las capas de información, de modo que se debe estudiar cada uno los casos en función de criterios operativos y/o legales, procedimientos, requerimientos, necesidades, y demás cuestiones particulares; que permitirán definir la periodicidad que requiere cada uno de los Feature Class. Las cuales una vez establecidas serán incorporadas a los Instructivos de Gestión que se elaborarán para cada Grupo de Información y en los metadatos.

4.3.2. EDITORES

En función de las propuestas elaboradas en la etapa anterior, se definen los planes de acción que permitirán aportar soluciones a los problemas asociados a los editores y que inciden negativamente en la calidad de la información de SIG PAE GSJ.



Figura 14 - Acciones a implementar en problemas asociados a los Editores de SIG PAE GSJ

El primer punto señalado es la falta de identificación de editores, detectada al momento de realizar el diagnóstico inicial, ya que se contaba con un estimado de alrededor de 50 editores con permisos de edición para la UG GSJ, una situación que a primera vista resultaba beneficiosa por la cantidad de recursos disponibles, pero que al momento de realizar las reuniones preliminares del proyecto resultó que algunos de ellos habían dejado de realizar tareas de edición sin reportar la novedad, otros cumplían nuevas funciones, tanto dentro de su área, como en otras gerencias y hasta en diferentes unidades de gestión, e incluso casos de personas que ya no pertenecían a la compañía; situaciones que afectan el normal funcionamiento de SIG PAE dado que existen capas que dejan de ser actualizadas, genera que los usuarios consulten datos de los cuales se desconoce el grado de certeza y actualidad que puedan llegar a tener; como también afecta a la planificación de acciones de mejora, dado que no se tiene certeza sobre los recursos disponibles para diseñar el plan de acción.

La solución de este problema requiere del trabajo conjunto con el área IT GIS, dado que ellos son los administradores de licencias y permisos de acceso para los

usuarios de SIG PAE de toda la compañía y desde el área Cartografía SIG GSJ, somos quienes tenemos contacto directo con los usuarios y editores. A partir del listado recibido se realiza una verificación de la nómina completa a fin de identificar las personas que aún continúan cumpliendo tareas como editores, otras a las que se deberían quitar los permisos de edición; y a partir de la validación de estos cambios con los responsables operativos de cada editor, también se incorporaron como nuevos editores a personas que desempeñan tareas operativas, de modo que se puedan cubrir funciones de edición que se encontraban desatendidas.

La segunda cuestión indicada son las expectativas del rol indefinidas, esta es una cuestión directamente vinculada a los editores, ya que al no estar debidamente establecidas las tareas que deben desempeñar se generan confusiones que atentan contra la calidad del dato; algunos ejemplos de esto son las capas que tienen intervenciones de editores de más de dos áreas operativas, cuyas tareas pueden superponerse o hasta incluso dejar de realizar algunas de ellas por suponer que serán ejecutadas por otros editores; otro caso es cuando se responsabiliza a los editores por datos incompletos, pero no se tiene en cuenta que éstos son enviados por un responsable de informar las intervenciones en campo; y otras situaciones que pueden ser solucionadas mediante la definición del alcance que tienen los editores SIG. Para ello, se procede a la redacción de la descripción de las tareas inherentes al rol de Editor SIG, de modo que pueda ser incluida en el marco del nuevo procedimiento de gestión.

El tercer punto es la falta de involucramiento de los agentes de cambio, los editores, sobre las tareas de altas, bajas y modificaciones (ABM), un hecho que, si bien guarda relación con cuestiones propias de la organización, permitió detectar la necesidad de contar con una figura que centralice la coordinación operativa de SIG en la UG, de modo que se pueda generar un contacto fluido entre los editores de las diferentes áreas operativas, tanto para brindar soporte operativo sobre cuestiones específicas de la gestión de la información, relevar las necesidades y oportunidades de mejora que cada editor puede proponer para sus capas de información y/o procesos vinculados y desarrollar la conformación de un equipo de editores de la UG GSJ a partir del cual difundir un marco de trabajo homogéneo para las altas, bajas y modificaciones de datos. Considerando la amplitud de cuestiones derivadas de la gestión de la

información en SIG PAE GSJ, se propone establecer una coordinación del trabajo de los editores dividida en dos aspectos principales; por un lado, se crea la figura de Soporte Operativo que tendrá como principal responsabilidad el apoyo y acompañamiento a los editores en cuestiones vinculadas al uso de herramientas SIG y el seguimiento del estado de avance de las tareas de mejora realizadas por los editores; y en segundo lugar, se establece la figura de Referente SIG de la UG, cuyas responsabilidades estarán enfocadas a la definición de procesos y criterios homogéneos, la evaluación operativa de oportunidades de mejora, elaboración de procedimientos e instructivos de gestión, entre otras. A fin de establecer una vía de comunicación común con los editores se propone la creación de un Equipo privado en la aplicación Microsoft Teams, mensajería de uso oficial en la compañía, en el que participen únicamente los editores de capas de información de la UG GSJ, el soporte operativo SIG y la Referente SIG de la UG; conformando un canal a partir del cual difundir novedades, compartir conocimiento e inquietudes comunes a la tarea de edición.

El último punto en relación a los editores son los diferentes niveles de capacitación, esta situación está dada por la incorporación de editores con un importante conocimiento y experiencia operativa que les permite tener una interpretación muy valorable sobre los elementos que representan las instalaciones de superficie y sus lógicas de funcionamiento, requieren del desarrollo de habilidades específicas en el ámbito de los SIG, la cual en algunos casos han podido adquirir a través de las capacitaciones externas que se desarrollaron en las etapas de implementación y actualización tecnológica, pero aquellos que se incorporaron posteriormente no recibieron y han sido capacitado por compañeros que anteriormente se desempeñaron como editores; una situación que genera una disparidad en el conocimiento sobre habilidades de edición e interpretación general de los SIG. A fin de subsanar esta cuestión se propone la implementación de un ciclo de capacitaciones internas para todo el equipo de editores, de modo que se puedan ir afirmando conocimientos en forma conjunta a partir de contenidos específicos de las áreas operativas y de generalidades que les permita incorporar el manejo del software ArcGIS. El diseño y dictado de dichas capacitaciones estará a cargo de la Referente SIG de la UG.

4.3.3. MÉTODOS

A partir de las propuestas elaboradas en la etapa anterior se definen los planes de acción que permitirán aportar soluciones a los problemas asociados a los métodos y que inciden negativamente en la calidad de la información de SIG PAE GSJ.



Figura 15 - Acciones a implementar en problemas asociados a los Métodos de SIG PAE GSJ

El primer punto señalado es la implementación de un método para la auditoría de datos a partir del elemento de calidad Completitud; dicho proceso será ejecutado de acuerdo con lo ya indicado en el ítem 4.3.1 (DATOS).

La segunda cuestión es la ausencia de un rol de control (Auditor), identificada a partir de la revisión de roles vinculados a la gestión de la información, en la que se señala la ausencia de herramientas, procesos y/o responsabilidades asignadas para ejecutar tareas de control. De modo que al planificar las tareas de auditorías sobre SIG PAE GSJ, además de analizar aspectos tales como la definición de lo que será auditado, los métodos a utilizar, un punto relevante fue la definición de una figura que fuera responsable de esta nueva actividad. A partir de la definición del alcance de esta responsabilidad se define que, considerando la heterogeneidad de aspectos, temáticas y el volumen de información que contienen los Feature Class, la mejor opción es desdoblar las tareas de control en auditorías de tipo operativas para cada uno de los grupos de información y una auditoría de integridad de datos que tenga una visión integral sobre la totalidad de las capas.

- El auditor operativo será responsable de auditar la información contenida en las capas de SIG PAE, considerando estándares, criterios y lógicas operativas; a partir de su experiencia podrá detectar y/o analizar las observaciones vinculadas a desvíos, faltantes de información o datos que pudieran complementar la información existente en los Feature Class, informadas por usuarios finales; informará al editor y auditor de integridad de datos sobre los desvíos detectados para incluirlos en la programación de tareas de altas, bajas y modificaciones en las capas; y será responsable de validar a nivel operativo las propuestas de corrección informadas por los usuarios finales y de adecuaciones propuestas por el auditor de integridad de datos.
- El auditor de integridad de datos será responsable de controlar la integridad geométrica de los Feature Class; verificar la integridad y completitud de las tablas de atributos; validar lógicamente los reportes de errores informados por los usuarios finales, remitidos por los auditores operativos; generar los informes y reportes para difundir el resultado de las auditorías operativas a los sectores involucrados.

Otra de las situaciones identificadas en el diagnóstico inicial fue el hecho de que cuando los usuarios canalizan directamente con el área IT GIS las consultas sobre la información y oportunidades de mejora de SIG PAE, se estaba obviando un análisis de tipo operativo, resultando en pérdidas de tiempo, sobrecarga de tareas, e incluso en implementaciones que no consideraran todos los aspectos e interacciones con sectores que pudieran tener influencia o impactos en forma directa o indirecta; asimismo, el hecho de que los editores funcionaran individualmente y no existiera un marco de trabajo general que oriente homogéneamente sus tareas, provocaba que se establecieran diferentes modos de trabajo y se adoptaran criterios heterogéneos. De modo que se propone como solución la incorporación de la figura de Referente SIG para la coordinación a nivel de la unidad de gestión.

- El Referente SIG será responsable de definir criterios generales sobre el proceso operativo de altas, bajas y modificaciones en las capas; de recibir y evaluar las solicitudes de ABM en las capas y/o atributos; de desarrollar y

evaluar oportunidades de mejora y adecuaciones en capas, atributos, simbología y/o funcionalidades; de presentar propuestas de solicitudes de ABM y oportunidades de mejora en el Comité SIG, para su posterior análisis de factibilidad tecnológica y financiera; de testear y validar operativamente las nuevas herramientas y/o funcionalidades SIG en ambientes de test, desarrollo y producción; de diseñar formularios que permitan intercambios efectivos de información para ABM en capas; de diseñar y actualizar la simbología en las capas de información, buscando la mejora en la visualización e interpretación de los datos; de mantener actualizada la Matriz de Roles y Responsabilidades (ítem 4.4.4.2); y de organizar capacitaciones y encuentros anuales con editores y usuarios para la mejora de SIG PAE.

Una cuestión vinculada a lo comentado anteriormente es el hecho de que los usuarios desconocen el alcance de cada uno de los grupos de trabajo vinculados a SIG, de modo que por defecto canalizaban gran parte de sus inquietudes directamente con el área IT SIG que es responsable de la gestión tecnológica de SIG PAE, aun cuando se tratara de consultas más vinculadas al contenido o procesos de la gestión de la información. De modo que se propone establecer una vía de comunicación común para todos los usuarios de SIG PAE en la UG GSJ a través de la creación de un Equipo de tipo abierto en la aplicación Microsoft Teams, mensajería de uso oficial en la compañía, en la que se agregaron como miembros a todo el personal de áreas operativas y de staff, alcanzando en la actualidad a más de 900 personas.

Debido a la fuerte vinculación que para los usuarios tiene el sistema con la cartografía, al equipo se lo denomina Mapas SIG PAE GSJ; constituyéndose como una herramienta para la difusión de novedades, funcionalidades, instructivos y la publicación de archivos con mapas temáticos diseñados para cubrir diversas necesidades y áreas de la UG, que son actualizados mensualmente y pueden ser descargados en dos versiones: una preparada para la impresión en papel con tamaños en formato ISO (A3, A1 y A0), y una segunda versión preparada para la visualización en pantallas y/o descarga en tablets o celulares.

4.3.4. PROCESOS

A partir de las propuestas elaboradas en la etapa anterior se definen los planes de acción que permitirán aportar soluciones a los problemas asociados a los procesos y que inciden negativamente en la calidad de la información de SIG PAE GSJ.

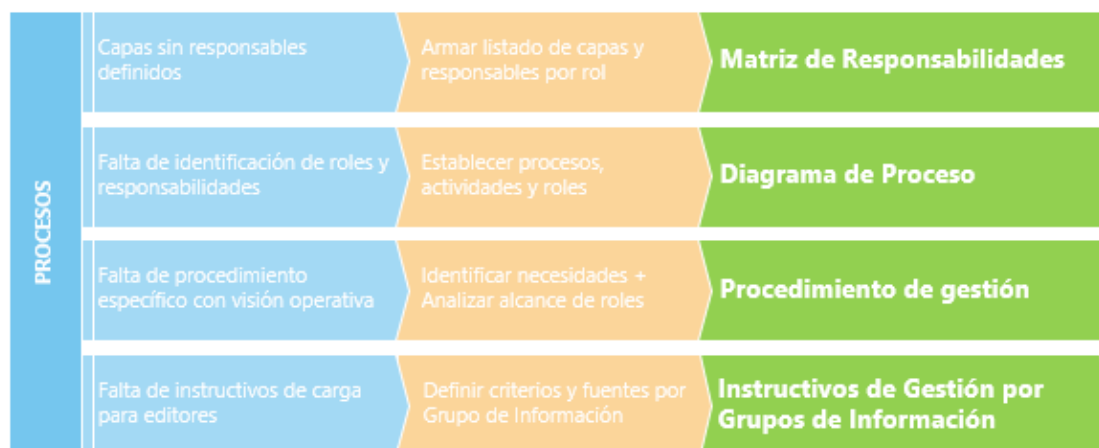


Figura 16 - Acciones a implementar en problemas asociados a los Procesos de SIG PAE GSJ

El primer aspecto señalado son las capas sin responsables definidos, una cuestión evidente en las dificultades que tienen los usuarios para identificar eficazmente a las personas y puestos desempeñan tareas de edición y ABM de datos, motivo por el cual se propone diseñar una matriz de responsabilidades, documento en el que se registrará el detalle completo de las capas de información de SIG PAE GSJ y la nómina completa de puestos y sectores responsables de desempeñar los procesos requeridos por cada uno de los roles vinculados a la gestión de la información. El segundo punto identificado es la falta de identificación de roles y responsables, ya que no existe ningún documento o fuente donde poder consultar el detalle de los procesos vinculados a la gestión de SIG PAE; una incertidumbre que impacta al momento de querer informar sobre algún detalle que requiere ser corregido o alguna información adicional que pueda ser incorporada a un elemento existente; al no estar definidos los procesos y canales de comunicación adecuados, es una oportunidad de mejora que queda librada a la intención del usuario de buscar al editor o bien optar por no informarla. Esta falta de definiciones es una situación que también genera inconvenientes en la actividad de los editores que, ante situaciones de indefinición de criterios o falta de información, no siempre tienen claro a quien recurrir.

4.4. IMPLEMENTACIÓN

La última fase del proyecto que será desarrollada dentro del alcance de la tesis es la de Implementación, en la que se describen los instrumentos diseñados en las etapas anteriores y se muestran los resultados obtenidos. Luego de identificar los problemas principales que afectan la calidad de la información en SIG PAE y diseñar las posibles soluciones para mitigar estos inconvenientes, se procede a la implementación de estas medidas. Un punto importante para destacar es el hecho de que, si bien fueron categorizadas a partir de cuatro aspectos principales (Datos, Editores, Métodos, Procesos) gran parte de ellas no son dificultades que puedan ser solucionadas en forma individual, sino que es necesario implementar instrumentos que aporten soluciones conjuntas a problemáticas transversales a varios aspectos. De modo que para el desarrollo de esta fase serán señalados en primer lugar aquellos instrumentos que son específicos para aspectos puntuales y por último serán señalados aquellos creados para dar soluciones integrales a problemas comunes.

4.4.1. DATOS

Para implementar las soluciones diseñadas para cuestiones vinculadas a los datos se desarrolla en primer lugar la conformación de grupos de información, la categorización de atributos, la identificación de requerimientos oficiales y de sistemas internos de la compañía; que servirán como información de base para la construcción del tablero de control que reflejará los resultados de la primera auditoría de datos a partir del elemento de calidad Completitud en las capas de información de SIG PAE GSJ.

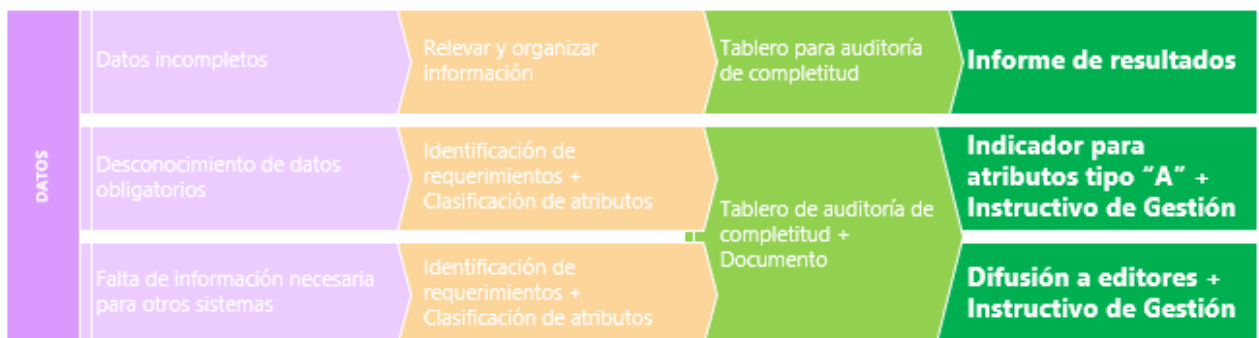


Figura 17 - Implementación de soluciones a problemas vinculados a los Datos

4.4.1.1. GRUPOS DE INFORMACIÓN

Una vez que se listaron la totalidad de las capas de información y excluido las de tipo ráster del análisis, surge un hecho no considerado en el diagnóstico inicial, ya que de acuerdo con la estructura actual de la Geodatabase los Feature Class están organizados en más de 50 conjuntos de datos (Feature Dataset) que agrupan las 405 capas vectoriales, una distribución que no resulta práctica para el desarrollo del proyecto ni responde a las necesidades operativas en gran parte de los casos.

Para diseñar una gestión más efectiva de los datos se construyó una nueva agrupación de la información en un menor número de conjuntos, apuntando a la concentración por afinidad temática; una organización que además de acotar la cantidad de grupos, posteriormente permitirá facilitar el monitoreo del estado de las capas de información y los resultados de los sectores responsables de sus procesos asociados. Cabe destacar que estas nuevas agrupaciones no tendrán impacto en la Geodatabase, pero si tendrán un carácter funcional ya que serán la base sobre la que se desarrollarán los futuros instructivos de gestión.

A partir de estas consideraciones se define una nueva estructura basada en veintiún grupos de información:

<i>Grupo de información</i>	<i>Cantidad de capas</i>	<i>Cantidad de datos</i>
Áreas	9	15.217
Cartografía general	16	1.096.973
Ductos de servicio	2	4.795
Ductos y redes	29	1.382.998
Equipos de torres	3	600
Estructural	8	55.755
Geofísica	2	16.504
Instalaciones	11	16.699
Mantenimiento	14	765.869
Medio ambiente	176	27.067.783
Perforación	1	240
Permisos de obras	21	198.685
Permisos de pozos	11	183.683
Pozos	8	580.967

Red de caminos	7	532.232
Red eléctrica	51	553.691
Reservas	26	186.298
Seguridad patrimonial	1	255
Servidumbre	2	7.332
Sulfhídrico	3	208.494
Telecomunicaciones	4	7.568
TOTALES	405	32.882.638

Tabla 9 - Nuevos Grupos de Información definidos para SIG PAE

4.4.1.2. CLASIFICACIÓN DE ATRIBUTOS

Para realizar una asignación de recursos más eficaz y enfocar el trabajo en los datos de las tablas de atributos de las capas de información se diseña una categorización que permita clasificar los atributos a partir de tres niveles de jerarquía definidos por la relevancia operativa y compromisos asociados a la información que contienen. Los atributos se clasifican en:

- **A = Atributos Obligatorios:** contienen datos requeridos por organismos oficiales, por sistemas transaccionales internos de la compañía, o bien por necesidades operativas y/o de gestión. Por ejemplo: ID (identificador del elemento), Nombre (denominación del elemento), Estado (situación operativa de la instalación), SAP ObjectID (identificador del elemento en sistema SAP), Diámetro, Tipo de Material, Revestimiento, Fecha de Montaje (en el caso de ductos), Área (en elementos poligonales), Longitud (en elementos lineales), etc.
- **B = Atributos complementarios:** contienen datos necesarios para profundizar el conocimiento sobre la instalación, pero que al no estar involucrados en el cumplimiento de compromisos oficiales, no interferir en transacciones con sistemas fundamentales de la compañía ni en la labor de los usuarios en caso de no estar presentes, se los puede ubicar en un segundo nivel de jerarquía; si bien la completitud total es esperable para el caso de nuevos registros, se

entiende que no siempre se podrá alcanzar en el caso de registros históricos. Algunos ejemplos pueden ser: la Fecha y Empresa de Relevamiento, Jurisdicciones, etc.

- C = Atributos del sistema: son datos aportados en forma semi o completamente automatizada por procesos predefinidos en SIG PAE. Por ejemplo: la fecha de creación (CFECHA) y/o de modificación de los datos (MFECHA), los usuarios que intervinieron en las altas (CUSUARIO), bajas y/o modificaciones (MUSUARIO), el OBJECTID (identificador del objeto en la base de datos), GLOBALID (identificador global del elemento), entre otros.

4.4.1.3. REQUERIMIENTOS DE DATOS

Un segundo aspecto vinculado a los datos son los requerimientos de información determinados tanto por organismos oficiales, reglas de negocio establecidas con sistemas de la compañía vinculados a SIG PAE y necesidades operativas. Esta definición será la base para la aplicación de la clasificación por tipos de atributos, de modo que se facilite la planificación de acciones de mejora enfocando de manera más efectiva los tiempos y recursos de los sectores involucrados.

Luego de analizar todos los grupos de información se identificaron los siguientes requerimientos:

- BASE: son datos de base que permiten describir y complementar la información operativa. Por ejemplo, las áreas provinciales, los cuerpos de agua, hidrografía, localidades, provincias, talleres, oficinas, mojones kilométricos, lotes catastrales, etc.
- OPE: son datos requeridos por las áreas operativas de la compañía que describen el área e instalaciones de superficie. Por ejemplo, distritos, ductos, Freatímetros, repositorios, plantas, baterías, líneas eléctricas, etc.
- SAP: son datos que guardan vinculación con el sistema informático de gestión empresarial alemán SAP (Systemanalyse Programmentwicklung) para la administración y gestión de activos de la compañía. La obligatoriedad del

cumplimiento viene dada porque de los aportes y recepciones de datos entre SIG PAE y SAP aseguran la disponibilidad de información para la gestión de activos, ordenes de trabajo, administración presupuestaria, etc.

- **SE:** son datos requeridos por la Secretaría de Energía, organismo de jurisdicción nacional, que a través de la Resolución 319/93 establece las normas y procedimientos para la remisión de información estadística, datos primarios y documentación a dicho organismo; de cumplimiento obligatorio para todas las empresas y/o consorcios Permisarios de Exploración, Concesionarios de Explotación y de Transporte, Refinadoras y Comercializadoras de Hidrocarburos (Secretaría de Energía, 1993). La información remitida reviste carácter de declaración jurada y debe cumplimentar los requisitos de presentación y detalle establecidos en la normativa. Uno de los documentos entregables es un mapa llamado Plano Base SIG, compuesto por archivos de formato Shape correspondientes a la información de las capas: Permisos de Exploración, Concesiones de Explotación, Yacimientos, Líneas Sísmicas 3D, Ductos, Puntos Característicos (Instalaciones) y Puntos de Venteo; que deberán contener la información completa y correcta en los atributos definidos en el Anexo I de la Resolución 319/93: Plano Base - Datos SIG (Secretaría de Gobierno de Energía, 2019).
- **SIS:** son datos requeridos para el funcionamiento del sistema en SIG PAE. Por ejemplo, empalmes de líneas, uniones, bifurcaciones de caminos, etc.

4.4.1.4. TABLERO DE CONTROL PARA AUDITORÍA

De acuerdo con la evaluación realizada en etapas anteriores, se define un plan de acción que consiste en la implementación de la auditoría de las tablas de atributos enfocado en la determinación del nivel de completitud de los datos en SIG PAE GSJ.

El análisis del elemento de calidad Completitud, definido en la norma ISO 19113, permite establecer el número de datos completos y vacíos en las tablas de atributos de los Feature Class; para desarrollar la evaluación se elabora un tablero de control para

reflejar el resultado del análisis del estado de situación de cada una de las capas de tipo vectorial de SIG PAE, a partir de los siguientes datos:

- GRUPO DE INFORMACIÓN: agrupación primaria de Feature Class (capas de información) por afinidad temática (definidos en 4.2.1.).
- ORIGEN: indica el sistema de origen de los datos reflejados en el Feature Class.
- ORDEN: indica el orden de prioridad
- REQUERIMIENTO: indica el sistema u organismo que requiere la información del Feature Class (BASE, OPE, SAP, SE, SIS).
- FEATURE CLASS: capa de información temática.
- N° ATRIBUTOS (COLUMNAS): cantidad de columnas totales de la tabla de atributos del Feature Class.
- N° REGISTROS (FILAS): cantidad de registros (filas) totales de la tabla de atributos del Feature Class.
- N° DATOS TOTALES: cantidad de campos de datos totales que contiene la tabla de atributos del Feature Class.
- N° DATOS TOTALES COMPLETOS: cantidad de campos de datos totales de la tabla de atributos del Feature Class que contienen información.
- N° DATOS TOTALES VACIOS: cantidad de campos de datos totales de la tabla de atributos del Feature Class que no contienen información.
- N° ATRIBUTOS TIPO A: cantidad de columnas de la tabla de atributos correspondientes a datos de tipo A (obligatorios).
- N° DATOS TIPO A: cantidad total de campos de datos de tipo A (obligatorios).
- N° DATOS TIPO A COMPLETOS: cantidad de campos de datos de tipo A (obligatorios) que contienen información.
- N° DATOS TIPO A VACIOS: cantidad de campos de datos de tipo A (obligatorios) que no contienen información.

- N° ATRIBUTOS TIPO B: cantidad de columnas de la tabla de atributos correspondientes a datos de tipo B (complementarios).
- N° DATOS TIPO B: cantidad total de campos de datos de tipo B (complementarios).
- N° DATOS TIPO B COMPLETOS: cantidad de campos de datos de tipo B (complementarios) que contienen información.
- N° DATOS TIPO B VACIOS: cantidad de campos de datos de tipo B (complementarios) que no contienen información.
- N° ATRIBUTOS TIPO C: cantidad de columnas de la tabla de atributos correspondientes a datos de tipo C (sistema).
- N° DATOS TIPO C: cantidad total de campos de datos de tipo C (sistema).
- N° DATOS TIPO C COMPLETOS: cantidad de campos de datos de tipo C (sistema) que contienen información.
- N° DATOS TIPO C VACIOS: cantidad de campos de datos de tipo C (sistema) que no contienen información.

4.4.1.5. AUDITORÍA: COMPLETITUD DE DATOS

Considerando la magnitud de los datos y variables desde los que puede auditarse la información de SIG PAE, se decide comenzar por un aspecto esencial como es la Completitud.

Para llevar a cabo la auditoría se comienza por realizar la exportación de la totalidad de las tablas de atributos de las capas de información de SIG PAE a formato Excel, en archivos individuales. Los mismos fueron organizados en una carpeta principal denominada Auditoría Completitud, que contiene subcarpetas con los nombres de cada uno de los grupos de información (ítem 4.2.1), en donde se almacenan en forma ordenada los archivos Excel que fueron nombrados usando en primer término el nombre del grupo de información, seguido del nombre del Feature Class (Grupo de Información - Feature Class), por ejemplo: Red de Caminos - Caminos principales.

Una vez organizada la estructura para el almacenamiento de los nuevos datos, en cada una de las 403 tablas de atributos se realizaron las siguientes acciones:

- Exportación de tabla de atributos a formato Excel.
- Aplicar fórmula =FILAS (), para realizar el conteo de registros o filas que contiene la tabla de atributos.
- Aplicar fórmula =COLUMNAS () para realizar el conteo de atributos o columnas que contiene la tabla de atributos.
- Insertar 3 filas por encima de la tabla de atributos para realizar la cuantificación de campos vacíos y completos.
- Aplicar la fórmula =CONTAR.BLANCO () a cada una de las columnas de atributos para cuantificar el número de campos que se encuentran vacíos.
- Aplicar la fórmula =CONTARA () a cada una de las columnas de atributos para cuantificar el número de campos que se encuentran completos.
- Clasificar la totalidad de los atributos de las capas de información de acuerdo con los criterios establecidos en el ítem 4.3.1.1.
- En una segunda hoja denominada Informe, se registran en forma ordenada: el número de atributos, registros, celdas completas y celdas vacías de la tabla completa, y los mismos datos para los atributos (A - B - C).

Los resultados obtenidos de los cálculos realizados en cada tabla de atributos se registran en el tablero de auditoría de completitud de datos (ítem 4.3.1.3).

4.4.1.6. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA DE COMPLETITUD

Cuando se piensa en la completitud de los datos de una tabla de atributos de un SIG, es esperable que exista un nivel de completitud del orden del 100%; un ideal que sirve como meta pero que no en todos los casos es realizable, y que requiere de un análisis específico para determinar un nivel de calidad aceptable (NCA) para cada una de las capas, el cual únicamente podrá ser definido luego de analizar el tipo de contenido, la disponibilidad de fuentes de información, el tiempo y los recursos que

demandaría completar la totalidad de la tabla de atributos, la relevancia que esos datos faltantes aportarían al contenido de la capa, y cualquier otro factor que pueda influir en la definición del NCA.

En el caso de SIG PAE GSJ, los datos que contienen las capas de información provienen de la actividad productiva que ha desarrollado la compañía en los últimos 60 años, un periodo en el que a lo largo de los años han variado las necesidades y estrategias operativas, los métodos y criterios para la recolección de datos, han evolucionado y perfeccionado los dispositivos tecnológicos para el relevamiento de instalaciones de superficie, se incrementaron los volúmenes de información, han variado los formatos de almacenamiento, como así también los sectores generadores de datos, la distribución espacial de las oficinas donde se almacenan documentos en formato papel, la cantidad de sectores operativos y de gestión que están involucrados en los procesos, etc.. Todos estos, son aspectos que permiten tener dimensión sobre el nivel de complejidad que se manifiesta al momento de planificar soluciones en busca de la optimización del SIG corporativo. Por lo que, si bien sería deseable alcanzar el 100% de completitud en todas las capas de información vectoriales, la realidad operativa en un ámbito de tamaño heterogeneidad hace que trabajar para alcanzar este objetivo pueda resultar sumamente costoso en tiempo y recursos que deberían asignarse para conseguir ciertos datos faltantes, y fundamentalmente, podría implicar un importante esfuerzo que no guarde relación con la relevancia del aporte que podrían llegar a brindar.

Para realizar un plan de acción que direcciona eficazmente los esfuerzos sobre las necesidades más relevantes para la compañía se aplica la clasificación de atributos sobre todas las capas de información, dado que esta jerarquización permite priorizar las tareas a realizar sobre los atributos de tipo A (obligatorios) y son los que permitirán asegurar un funcionamiento y cumplimiento óptimo de los requerimientos y compromisos sobre los datos de SIG PAE; para luego en futuras instancias avanzar con la completitud del resto de los datos de atributos de tipo B y C, que al ser complementarios no tienen un impacto directo en la operación. Cabe destacar que en esta instancia de la evaluación sólo se analizan las tablas de atributos en función de la presencia/ausencia de datos, y no en función de su contenido ya que un análisis de este

tipo requiere un nivel de profundización diferente, involucrar a diferentes actores de áreas operativas y será parte de un proyecto a desarrollarse en etapas posteriores.

Una vez obtenidos los resultados individuales para cada capa de información, se elabora un segundo tablero en el que se resumen los valores a partir de los grupos de información y del que se obtienen los siguientes resultados:

GRUPO DE INFORMACIÓN	DATOS TOTALES COMPLETOS	DATOS TOTALES VACÍOS	DATOS TIPO A COMPLETOS	DATOS TIPO A VACÍOS	DATOS TIPO B COMPLETOS	DATOS TIPO B VACÍOS	DATOS TIPO C COMPLETOS	DATOS TIPO C VACÍOS
Áreas	91%	9%	100%	0%	91%	9%	88%	12%
Cartografía General	73%	27%	79%	21%	83%	17%	72%	28%
Ductos de Servicio	53%	47%	49%	51%	35%	65%	100%	0%
Ductos y Redes	69%	31%	80%	20%	40%	60%	75%	25%
Equipos de Torres	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%
Estructural	75%	25%	84%	16%	99%	1%	56%	44%
Geofísica	76%	24%	100%	0%	100%	0%	45%	55%
Instalaciones	85%	15%	79%	21%	73%	27%	79%	21%
Mantenimiento	78%	22%	89%	11%	46%	54%	87%	13%
Medio Ambiente	88%	12%	97%	3%	84%	16%	91%	9%
Perforación	84%	16%	91%	9%	100%	0%	67%	33%
Permisos de Obras	87%	13%	92%	8%	66%	34%	96%	4%
Permisos de Pozos	97%	3%	94%	6%	95%	5%	100%	0%
Pozos	80%	20%	94%	6%	71%	29%	92%	8%
Red de Caminos	85%	15%	96%	4%	44%	56%	93%	7%
Red Eléctrica	73%	27%	77%	23%	48%	52%	87%	13%
Reservas	49%	51%	54%	46%	39%	61%	68%	32%
Seguridad Patrimonial	80%	20%	67%	33%	100%	0%	67%	33%
Servidumbre	96%	4%	95%	5%	87%	13%	100%	0%
Sulfhídrico	90%	10%	89%	11%	90%	10%	100%	0%
Telecomunicaciones	84%	16%	98%	2%	69%	31%	88%	12%
	81%	19%	86%	14%	74%	26%	83%	17%

Tabla 10 - Resultados de la auditoría de completitud en datos de SIG PAE GSJ

Para la visualización de los resultados en forma gráfica, mediante el uso de segmentación de datos, conexión de informes y gráficos dinámicos, se construyen dos tableros de control (dashboard), uno para visualizar el estado de situación de los grupos de información en general y otro a nivel de las capas que lo componen.

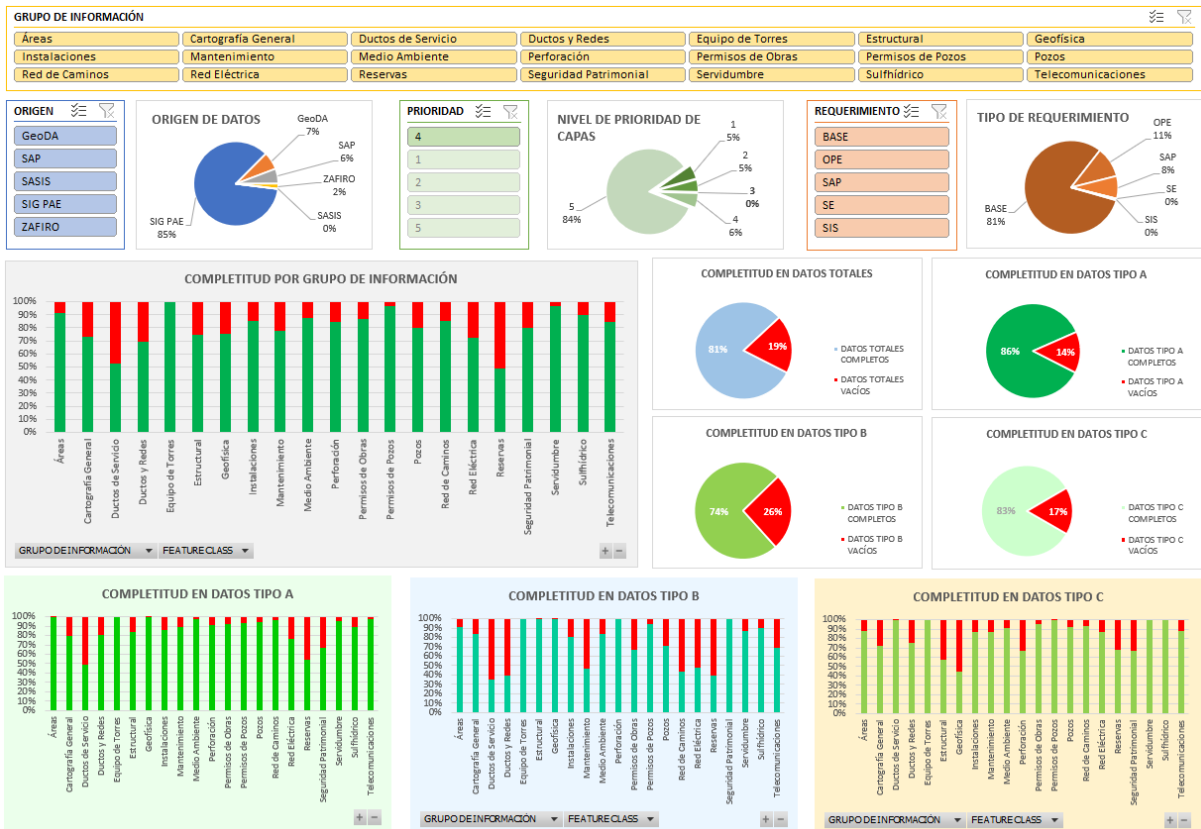


Figura 18 - Tablero de control (dashboard) con resultados de la auditoría de completitud de datos en Grupos de Información de SIG PAE GSJ

En el tablero de control se sintetizan los resultados de la auditoría de completitud de datos en SIG PAE GSJ en forma gráfica y mediante la utilización de la función Segmentación de Datos, se construyeron filtros dinámicos que permiten hacer consultas concatenadas, en las que a partir de la elección de una opción en alguno de los datos disponibles para seleccionar (Grupo de Información, Origen de datos, Prioridad de datos, Tipo de requerimiento), se despliegan los datos en gráficos dinámicos asociados que facilitan la visualización del estado de completitud general a nivel de uno o varios grupos de información y su composición por tipos de atributos.

4.4.2. EDITORES

Luego de realizar la revisión y validación de editores con permisos sobre las capas de información de SIG PAE GSJ, se entrega el informe final al área IT GIS para que puedan

gestionar los cambios y adecuaciones necesarias para definir la versión final de la nómina de editores que serán el recurso disponible para la ejecución de las tareas de optimización de la gestión del SIG corporativo.

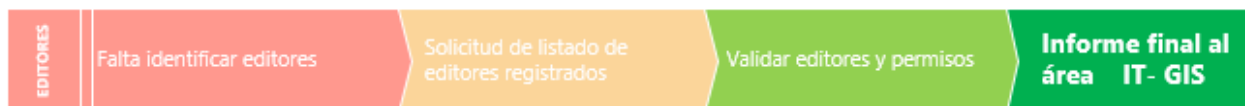


Figura 19 - Implementación de soluciones a problemas vinculados a los Editores

4.4.3. MÉTODOS

La búsqueda de soluciones para la falta de una metodología de control operativo sobre los datos de SIG PAE GSJ derivó en la implementación de una auditoría sobre los datos, que en su fase inicial se concentre en el análisis del grado de completitud que tienen las tablas de atributos y que posteriormente se expanda hacia el resto de los aspectos que hacen a la calidad de la información.

Aun cuando pueda resultar un análisis de menor relevancia, iniciar un proceso de auditoría sobre los datos en un ámbito como la UG GSJ no es una tarea sencilla; ya que es necesario comenzar diseñando y construyendo una metodología que permita ejecutar la auditoría eligiendo el método que mejor se adecue al ámbito de aplicación; probar la efectividad del método antes de aplicarse al universo total de datos; crear instrumentos para la presentación de resultados; armar la propuesta de evaluación sistemática, gestionar su validación y aprobación, dado que el plan de acción que se deberá ejecutar a partir de los resultados obtenidos, derivará en tareas que involucran en forma transversal a distintas áreas operativas y gerencias de la UG; otra de las cuestiones vinculadas a la implementación de la auditoría está relacionada con la parte humana, dado que para alcanzar los resultados esperados no alcanza concentrarse únicamente en los datos, los procesos o el sistema, sino que es necesario trabajar en la difusión de las ventajas a nivel general que brindará la implementación de la gestión de la calidad de datos en SIG PAE, explicar el alcance que tendrán las nuevas actividades y formas de trabajar, de modo que comience a gestarse un mayor conocimiento integral

que permita incrementar el compromiso personal de los involucrados en un nuevo marco de trabajo enfocado en la mejora continua de SIG PAE.



Figura 20 - Implementación de soluciones a problemas vinculados a los Métodos

Con el objetivo de darle continuidad al proceso de auditoría se incorpora el proceso dentro del nuevo procedimiento de gestión, en el que se establece que inicialmente será realizada con una frecuencia mínima semestral, y en función de los resultados obtenidos se evaluará una periodicidad más exigente para garantizar la calidad de los datos.

4.4.4. PROCESOS

Los problemas vinculados a los procesos que afectan negativamente a la calidad de los datos en SIG PAE requieren de la creación de instrumentos específicos como son el diseño de una matriz en la que se visualicen de modo sintético la nómina de puestos responsables de ejecutar cada uno de los roles que requiere de la gestión de la información, y el desarrollo de un diagrama que transparente los procesos necesarios para asegurar el correcto funcionamiento de SIG PAE. Ambos documentos serán elaborados siguiendo criterios de excelencia operativa, de modo que posteriormente puedan ser incorporados como anexos del nuevo procedimiento de gestión para la información de SIG PAE en el ámbito de la UG GSJ.

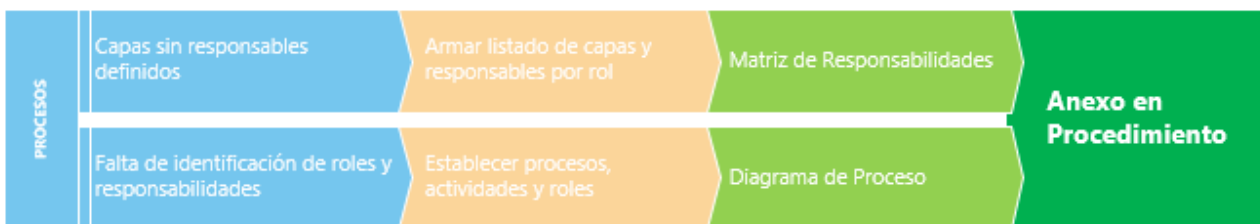


Figura 21 - Implementación de soluciones a problemas vinculados a los Procesos

4.4.4.1. DIAGRAMA DE PROCESO

Para iniciar el bosquejo de redacción para el nuevo procedimiento es necesario establecer en forma esquematizada los procesos y responsables de ejecutar cada una de las fases involucradas en la gestión de la información de SIG PAE, ya que la definición de roles establecidos en el procedimiento original del año 2011 no es suficiente para capturar la realidad actual de la UG GSJ. De modo que, con asistencia de la Gerencia de Excelencia Operativa, especialistas en la revisión de procesos y procedimiento a nivel corporativo, se diseñó un Diagrama de Procesos mediante el software de gestión y análisis de procesos de negocio: ARIS (Ver Anexo 7.2).

El Diagrama de Procesos se inicia con las tres entradas (inputs) posibles a partir de las tres intervenciones realizadas en las instalaciones de superficie:

- Altas: incorporación de nuevas instalaciones en el área operativa.
- Bajas: desinstalación o salida de servicio de instalaciones en el área operativa.
- Modificaciones: cambios en los parámetros, datos, características y/o posición de instalaciones en el área operativa.

El responsable de la ejecución de las tareas operativas en campo será el encargado de realizar las intervenciones físicas en el yacimiento. Dichas tareas serán ejecutadas según la solicitud, criterios y alcances operativos definidos por el Responsable de Intervención en campo. Las tareas operativas y sus características deberán ser reflejadas en el documento de respaldo donde se detallarán tanto su representación gráfica como las características/atributos que la describan. El Responsable de Informar la Intervención en campo será el encargado de asegurar la integridad, completitud y exactitud de la información suministrada en el documento de respaldo, el cual será entregado por correo electrónico al Editor de SIG PAE. El Editor de SIG PAE tendrá la responsabilidad de revisar la información recibida en el documento de respaldo para verificar la completitud de los atributos a ingresar, asegurando la correcta carga de datos de la capa y cumpliendo las normas generales en el tratamiento de bases de datos (ortografía, uso de tildes, símbolos especiales, etc.) para garantizar la disponibilidad de información de calidad en la plataforma corporativa. La información

ingresada en las capas SIG será auditada desde dos aspectos: por un lado, el Auditor de la Información Operativa, controlará las lógicas y datos específicos de las capas; por otro lado, el Auditor de Integridad de Datos será quien verifique la geometría, completitud e integridad de la información registrada en las tablas de atributos de las capas. Las Gerencias Responsables del Proceso serán las encargadas de asegurar el cumplimiento de los roles y responsabilidades descritas en el presente procedimiento, a fin de permitir el desarrollo de los procesos necesarios que permitan contar con información operativa actualizada, confiable y de calidad, informando cualquier cambio que pudiera afectar el proceso.

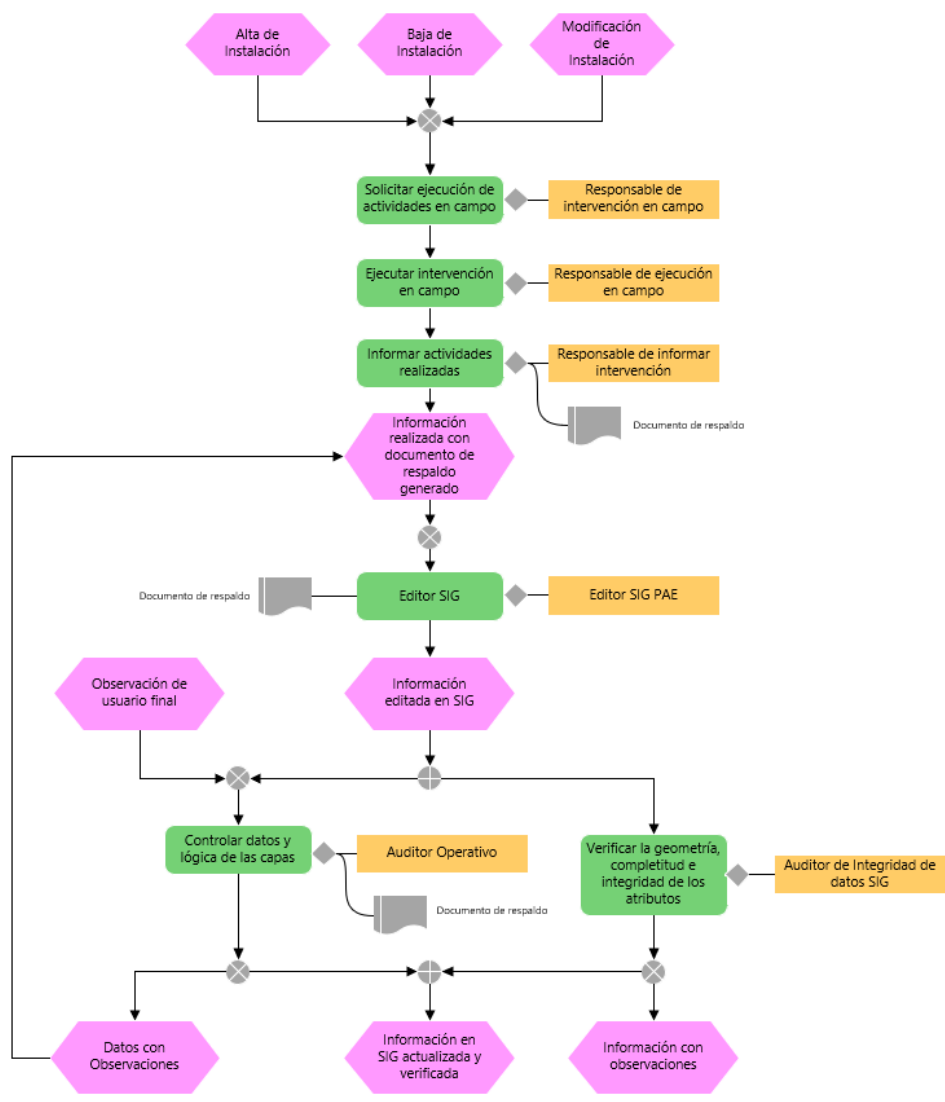


Figura 22 - Diagrama de representación de la redefinición de procesos de SIG PAE GSI

4.4.4.2. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

Si bien en el año 2011 se elaboró una matriz de responsables que fue incluida como anexo del Procedimiento GSJ-OGN-DO-001, es un documento que ha quedado desactualizado al no haber sido reversionado con posterioridad. Al analizarlo en la actualidad se observa que la matriz refiere las responsabilidades a procesos y actividades pero no a capas de información, una definición de difícil identificación cuando se quiere contrastar con el listado de capas de información; por no haberse establecido el puesto de las personas que tendrían a su cargo el compromiso con cada capa; por referir la responsabilidad a un sector y no a personas o puestos específicos; por tener asignadas las responsabilidades a gerencias y sectores que en la actualidad ya no existen o bien han reestructurado sus funciones.

A partir de los inconvenientes detectados se ha determinado la necesidad de generar una versión actualizada de la Matriz de Responsabilidades para la UG GSJ, con nuevo diseño estructurado de la siguiente manera:

- El primer nivel de organización está dado por los Grupos de Información.
- El segundo nivel de la estructura está conformado por las capas de información correspondientes a cada grupo.
- El tercer nivel de ordenamiento está dado por los roles definidos en el nuevo procedimiento GSJ-OPI-PG-024: Responsable de informar la intervención en campo, Editores SIG, Auditores Operativos, Auditor de Integridad de datos, Gerencias Responsables del proceso

El nuevo diseño permite detallar el o los responsables de realizar las actividades para cada uno de los roles necesarios para la gestión de cada capa de información. La nueva versión de la matriz será incorporada como anexo al nuevo procedimiento de gestión de la información en SIG PAE GSJ, un documento oficial de la compañía que requiere de diversos procesos de validación y aprobación para ser generado y/o modificado; una situación que requiere pensar la redacción de modo que no se desactualice en el corto tiempo, de modo que se hará referencia al puesto y sector de cada una de las personas que desempeñan cada uno de los roles que participan en la gestión de la información de SIG PAE (Anexo 7.3).

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES: SIG PAE GSJ

GRUPOS DE INFORMACIÓN	FEATURE CLASS (Capas)	ROLES				
		RESPONSABLE DE INFORMAR LA INTERVENCIÓN	EDITORES SIG	AUDITOR OPERATIVO	AUDITOR DE INTEGRIDAD DE DATOS	GERENCIAS RESPONSABLES DEL PROCESO
ÁREAS	Locaciones (1)	Ver nota	SSR ANALYST 1 (Facilities Documental MGMT) SSR ANALYST 2 (Facilities Documental MGMT)	NO APLICA	SR ANALYST (Facilities Documental MGMT)	OPE-PRODUCTION OPERATIONS GSJ OPE-FACILITIES PROJECTS GSJ
	Distritos	MANAGER (Operations I y II)	SSR ANALYST 1 (Facilities Documental MGMT)	HEAD OF GEOLOGY (Reserves Development Geoscience)		OPE-RESERVES DEV & PARTNER RELATIONS
	Grupos Multifunción					OPE-PRODUCTION OPERATIONS GSJ
	Áreas Provinciales	TEAM SUPERVISOR (Production Information Assurance)	STAFF TECHNOLOGIST (Reservoir Engineering & Dev Assur)			OPE-RESERVES DEV & PARTNER RELATIONS
	Lotes de Explotación					
	Áreas de Exclusión					
	Proyectos de Secundaria					
Yacimientos	SR TECHNOLOGIST (Reservoir Engineering & Dev Assur)		OPE-RESERVES DEV & PARTNER RELATIONS			
CARTOGRAFÍA GENERAL	Guardagano	SUPERVISOR (Security GSI)	SSR ANALYST (Facilities Documental MGMT)	SR SUPERVISOR (Security GSI)	SR ANALYST (Facilities Documental MGMT)	SEC-SECURITY BUE GSJ NQN ACA
	Tranqueras					OPE-FACILITIES PROJECTS GSJ
	Áreas de inundación	SR ANALYST (Environment Assessment & Strategies)		LEADER (Environment Assessment & Strategies)		S&E-REGULATORY COMPLIANCE & ENV. STUDIES
	Cuerpos de Agua					OPE-FACILITIES PROJECTS GSJ
	Curvas de nivel 10 m					
	Curvas de nivel 5m					
	Hidrografía	SR SUPERVISOR (Building Maintenance GSI)		COORDINATOR (Building Maintenance GSI)		OPE-MAINT ELECTRICITY
	Cargaderos de Agua					
	Infraestructura	DOCUMENTOS E INFORMACIÓN OFICIAL		NO APLICA		LEA-BUSINESS AREAS GSJ
	Alambrados (2)					
	Departamentos (2)					
	Ejidos (2)					
	Ferrocarriles (2)					
	Localidades (2)					
	Poblaciones (2)					
	Provincias (2)					
Toponimia (2)	MANAGER (Legal Business Areas GSI)		OPE-FACILITIES PROJECTS GSJ			

Figura 23 - Extracto de la Matriz de roles y responsabilidades por grupo de información en SIG PAE GSJ

4.4.5. PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN SIG PAE

Según lo mencionado en el punto 4.4., parte de los problemas identificados requieren ser solucionados con instrumentos comunes que sean transversales a más de un aspecto. Este es el caso del nuevo procedimiento que se planteó como una solución a complicaciones detectadas en el ámbito de los editores, los métodos y los procesos, dado que todos tienen en común inconvenientes relacionados con la falta de definición del alcance de los roles y la necesidad de incorporar otros que permitan identificar en forma clara a las personas que participan de la gestión de la información en SIG PAE, y conocer el alcance de las responsabilidades asignadas a cada rol.

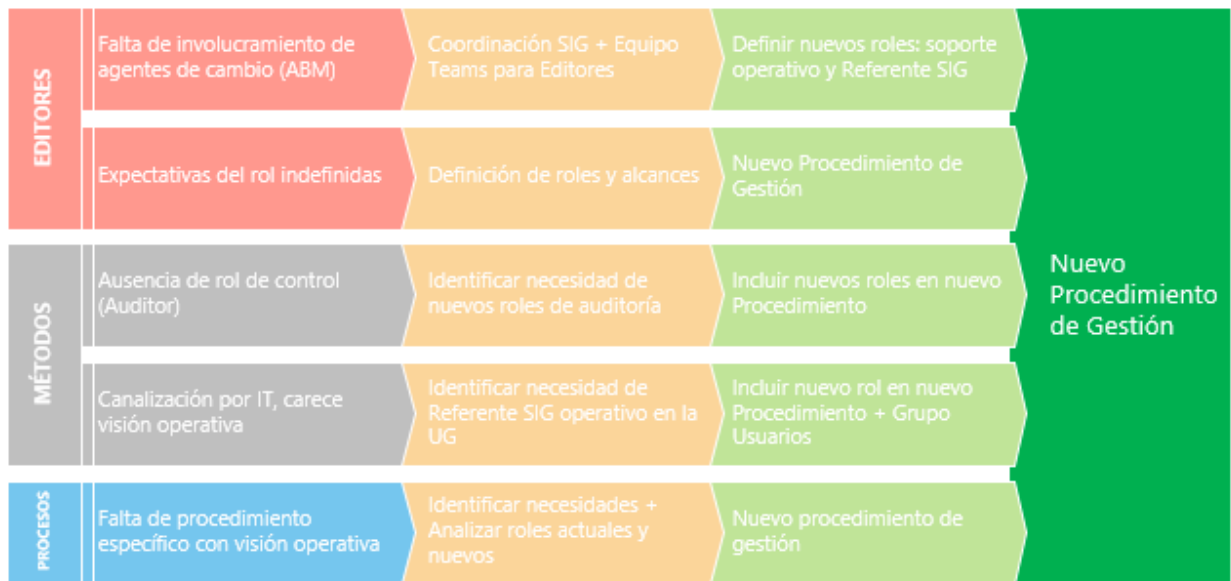


Figura 24 - Implementación del nuevo Procedimiento de Gestión como solución a problemas vinculados a Editores, Métodos y Procesos

A partir de las consideraciones analizadas previamente se propone la redacción de un nuevo procedimiento de gestión, un documento que según los lineamientos de la organización describe la metodología para desarrollar una actividad de soporte a la operación que no involucre instalaciones ni procesos operativos; establece el “qué” debe hacerse; y puede tener un alcance corporativo o local.

En el caso del nuevo procedimiento para la gestión de la información en SIG PAE se establece que tiene alcance a todos los sectores que realizan Altas, Bajas y Modificaciones de datos en SIG PAE como soporte a la operación en capas de información correspondientes a la UG GSJ. Su contenido está esquematizado a partir de ocho apartados principales: Objetivo, Alcance, Términos, abreviaturas y definiciones, Responsabilidades, Desarrollo, Documentos de Referencia, Formularios y Anexos. Tiene como objetivo principal establecer un marco de referencia para la definición de roles y responsabilidades de los sectores que realizan altas, bajas y modificaciones sobre instalaciones de superficie e información operativa vinculada a SIG PAE, a fin de garantizar la integridad y disponibilidad de la información contenida en las capas, asegurando datos confiables y actualizados para la consulta, gestión de recursos y toma de decisiones de los usuarios de la compañía.

En cuanto a las responsabilidades se define que serán asignadas a los siguientes roles: Responsable de Ejecución en campo, Responsable de Intervención en campo, Responsable de Informar Intervención en campo, Editor en SIG PAE, Auditor Operativo, Auditor de Integridad de Datos SIG, Referente SIG de UG, y la Gerencia Responsable del Proceso; quienes desarrollan las funciones descritas en el Diagrama de Proceso (ítem 4.4.4.1.). Se establece que las intervenciones operativas sobre las instalaciones de superficie (ABM) deben ser informadas a los editores mediante un documento de respaldo en el que se detallarán las características específicas sobre los elementos a dar de alta, modificar o eliminar en las capas de información de SIG PAE; se define que los documentos de respaldo que se adoptan como estándares serán formularios diseñados para cada capa de información y/o planos conforme a obra de elaboración interna y/o tercerizada.

Además de redefinir el alcance de parte de los roles vigentes, el principal aporte del nuevo procedimiento ha sido la incorporación de dos instancias de auditoría, ya que contar con una auditoría de tipo operativa permitirá contar con responsables para realizar revisiones de los datos desde el punto de vista de las lógicas y criterios de la operación, y una auditoría para la integridad de datos facilitará un enfoque en la verificación de la integridad geométrica y de los datos de las capas de información de SIG PAE GSJ.

Luego de haber redactado el documento, fue enviado para la revisión inicial del Coordinador y Líder de Ingeniería GSJ, con soporte de la Coordinadora de Excelencia Operativa. Una vez definida la versión final, se inició el proceso de validación de su contenido involucrando en su revisión a los Gerentes de Proyectos e Instalaciones de GSJ, al Gerente Ejecutivo de Operaciones y al Gerente de Integridad, quienes dieron su confirmación sobre el contenido del procedimiento. Posteriormente, el área de Excelencia Operativa elevó el documento para la aprobación final del Vicepresidente de Operaciones de la UG GSJ, una conformidad requerida dado que el nuevo procedimiento involucra a sectores de las gerencias operativas. Por último, se procedió a la publicación y puesta a disposición de toda la compañía del nuevo procedimiento GSJ-OPI-PG-024 en las plataformas corporativas (intranet).

4.4.6. PROXIMA ETAPA

Como cierre de la etapa de implementación es importante mencionar a los instructivos de gestión y el diseño de las capacitaciones internas, dos acciones identificadas como soluciones a problemas derivados de diferentes aspectos que no serán contempladas en el desarrollo de la tesis, dado que en ambos casos requieren de una maduración y familiarización con el nuevo método de trabajo y gestión de la información en SIG PAE, y adoptar nuevas metodologías de trabajo que permitan adecuar las tareas realizadas habitualmente a un nuevo marco como el establecido en el proyecto desarrollado en esta tesis; un objetivo que requiere trabajar en el desarrollo del conocimiento, implementar acciones de capacitación y difusión para que las personas responsables de todos los roles cuente con las herramientas necesarias para adoptar las nuevas prácticas requeridas para asegurar una gestión de datos confiables y posteriormente logren participar en forma activa en la definición de los criterios que requieren las capas de información que están bajo su responsabilidad.

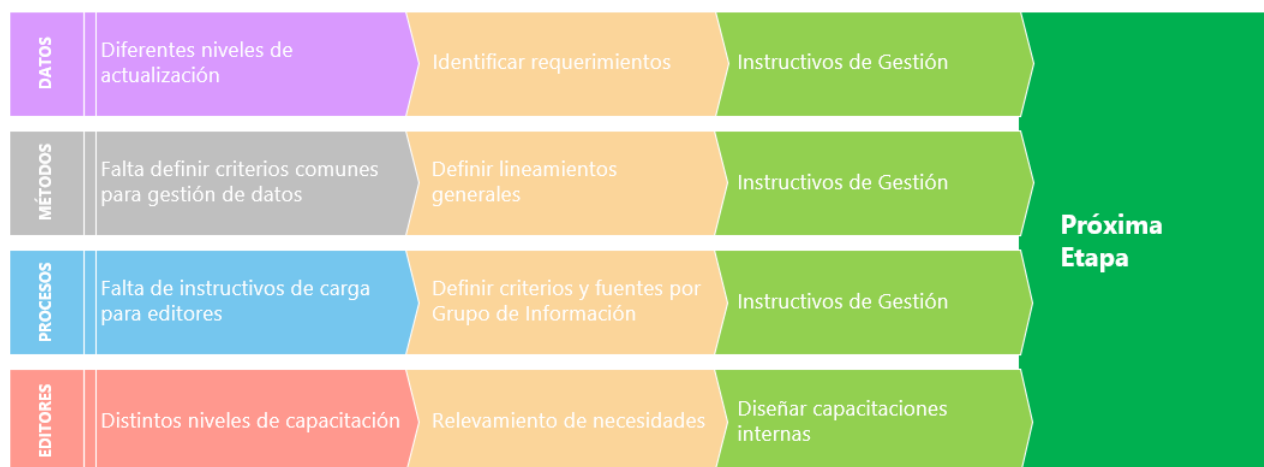


Figura 25 - Acciones a desarrollar en próximas etapas en SIG PAE GSI

4.4.6.1. INSTRUCTIVOS DE GESTIÓN

Tal como lo define la especificación técnica de la norma ISO 19158:2012, es muy importante establecer un marco de trabajo para asegurar la calidad de la información geográfica, ya que permite asegurar la calidad en la relación de producción entre los editores y los usuarios; identifica métodos de gestión de la calidad de la producción de

datos más eficientes y efectivos; como así también permite la innovación y la mejora continua dentro del contexto de los principios de calidad de la información geográfica, los procedimientos de evaluación de la calidad y los sistemas de gestión de la calidad.

Los instructivos de gestión aportarán el marco de trabajo al que refiere la norma ISO 19158, cuya implementación traerá numerosos beneficios, dado que permite establecer reglas claras y definidas para los editores, quienes serán capaces de proporcionar la información geográfica con la calidad requerida y esperada por los usuarios; brindará la posibilidad de mejorar la interpretación de los requerimientos de todos aquellos que se encuentran involucrados en la producción y actualización de la información geográfica, una ventaja que se verá reflejada en la reducción de tiempos y costos operativos para la producción de datos; existirá una mejor comprensión en los roles y responsabilidades que tienen las personas involucradas en el proceso, tanto para la entrega de información, su registro y posterior auditoría. De este modo, los usuarios de la información tendrán un mayor grado de confianza sobre los datos del sistema, porque cuando se conoce su origen, el esquema de trabajo sobre el que fueron elaborados, los criterios aplicados para administrarlos y los controles que se realizan sobre la calidad, podrán realizar múltiples consultas y análisis a partir de las variables que tienen a disposición para la toma de decisiones (IPGH, 2013).

Cuando se implementa la Gestión de la Calidad de Datos en un SIG maduro y desarrollado como SIG PAE, es relevante tener en cuenta que dada su complejidad operativa se requiere de una diversidad de sectores que respondan a las necesidades de la operación, los cuales no son incorporados a la nueva Gestión de la Información en SIG PAE GSI desde su participación en funciones operativas, sino desde el papel que desempeñan en los nuevos procesos asociados al manejo de los datos que alimentan las capas de información. Es por ello, que considerando las necesidades y criterios de la nueva Gestión de la Calidad de Datos en SIG PAE GSI se definieron en forma preliminar los roles requeridos, los cuales fueron esquematizados a partir de un diagrama de proceso que permita describir el funcionamiento general de la gestión de la información a nivel genérico, y posteriormente permita desagregarlo en múltiples esquemas que expliquen las particularidades de cada capa de información, los cuales formarán parte

de los futuros instructivos de gestión que conformarán en el marco de trabajo en SIG PAE GSJ. Si bien el procedimiento de gestión marca las pautas generales

Parte de la definición de un marco general de trabajo involucra diferentes aspectos de la información geográfica como el sistema de referencia a adoptar, la estructura general de los datos, los formatos en que serán trabajados, el tratamiento de los datos en las tablas de atributos; etc. Considerando que éstas últimas deben recibir el tratamiento debido para la administración de una base de datos, es necesario establecer criterios tales como la precisión ortográfica, el uso de nomenclaturas estándares para los elementos, la no utilización de caracteres especiales en los atributos de tipo texto, cantidad de decimales a utilizar en los campos numéricos, la construcción de dominios que faciliten la edición y a la vez minimicen errores de tipeo, entre otros factores que serán relevantes al consultar, analizar y manipular la información en desarrollos que utilicen SIG PAE como fuente de datos. Otro aspecto a considerar es la funcionalidad operativa de las instalaciones de superficie, ya que desarrollar una correcta interpretación de su funcionamiento permitirá a los editores reflejar de manera más fiel la representación gráfica y utilización de reglas de validación que permitan crear escenarios que respondan a la realidad del yacimiento; es por eso que también deben ser consideradas las particularidades sobre el contenido de los atributos, las reglas topológicas, las especificidades operativas y la forma en que son distribuidas espacialmente de modo que faciliten la interpretación de cualquier usuario que acceda a SIG PAE.

Como parte de las instancias definidas en el proyecto de implementación de la gestión de la calidad aplicada a la información de SIG PAE he realizado la redacción preliminar de los instructivos de gestión para cada uno de los grupos de información en los que se delinearón aquellos criterios genéricos que son comunes a todos los Feature Class, pero quedarán pendientes hasta tanto se hayan implementado los instrumentos anteriormente descriptos y los editores logren familiarizarse con los nuevos métodos de trabajo, de modo que posteriormente puedan ser incluidos en el desarrollo de las versiones definitivas de los documentos, y puedan aportar el conocimiento que poseen en sus áreas operativas, identifiquen las reglas y relaciones que se desarrollan en las capas de información que tienen bajo su responsabilidad. El objetivo es desarrollar

documentos que no solo sirvan para establecer reglas de edición sino también capturar las definiciones, particularidades y aspectos esenciales que surgen del manejo cotidiano de datos de sus sectores. De modo que en la medida que se avance con la implementación de la gestión de la calidad, se irán capturando aquellos aspectos relevantes que deben formar parte de los instructivos de gestión para cada grupo de información, los mismos serán sometidos a revisión y validación de los sectores operativos, y posteriormente incluidos en la versión definitiva de cada instructivo de gestión.

4.4.6.1. CAPACITACIONES INTERNAS

Como resultado del relevamiento de las necesidades y requerimientos de los editores se detecta una disparidad en el nivel de conocimientos sobre el manejo de las herramientas de edición de Arc Map, una situación generada por diferentes factores; en primer lugar, en los ciclos de capacitación que se han brindado ante cada actualización de versiones y/o tecnología, el proveedor responsable de la implementación se enfoca específicamente en la herramienta y no en la totalidad de procesos vinculados; en segundo término, la rotación del personal que ha desempeñado tareas de edición a lo largo de los años ha derivado en que los nuevos editores fueran formados en algunos casos por compañeros que anteriormente realizaban estas actividades, y en otros han recibido inducciones por parte del área IT GIS, con un enfoque y contenido más centrado en la herramienta que en los aspectos netamente operativos.

A partir de la experiencia adquirida como miembro del equipo de formadores internos de la compañía, he desarrollado planes de capacitación diseñados en función de las necesidades de los usuarios de cada grupo operativo que ha sido instruido, en los cuales tuve la posibilidad de implementar diversas estrategias didácticas para adaptar el contenido de base a los intereses particulares de cada uno de ellos; una de ellas ha sido la del dictado de capacitaciones en forma conjunta con especialistas en temáticas que formen parte del dictado del curso, combinando la teoría con contenido y explicaciones de la realidad operativa, generando un alto interés entre los participantes.

Considerando que las capacitaciones externas que se encuentran en el mercado abarcan temáticas genéricas cuyo aporte no resultaría significativo en esta fase de desarrollo del proyecto de gestión de la calidad de SIG PAE, la intención es comenzar a trabajar en un ciclo de capacitaciones que serán diseñados y dictados por la Referente SIG de la UG para instruir y familiarizar a los editores con criterios y metodologías de la nueva gestión de la información en SIG PAE para que los incorporen en sus tareas diarias.

Una vez superada esta etapa, la intención es realizar un diagnóstico que permita identificar las potencialidades de cada editor, de modo que se pueda conformar un sólido equipo de editores en el que se resalten las fortalezas de cada uno, y que a la vez permita identificar aquellos aspectos en los que es necesario reforzar la capacitación. De este modo se podrá aprovechar la experiencia positiva adquirida en ediciones anteriores para generar un nuevo ciclo de capacitaciones destinado en forma exclusiva a todos los editores, en la que ellos tengan la posibilidad de compartir su conocimiento y posicionarse como referentes temáticos de sus sectores. El plan de capacitación estará diseñado y dictado por los editores y la Referente SIG en forma conjunta, y será presentado en forma de cursos que serán grabados para que posteriormente puedan ser difundidos por medio de las plataformas de educación interna de la compañía de modo que queden como material de consulta para editores y otros usuarios interesados en este tipo de contenido, y además será útiles a largo plazo dado que quedarán registrados como una herramienta de inducción para futuros editores que se vayan incorporando y de este modo podrán tomar contacto con todos los aspectos que deben ser considerados en las tareas de edición desde el inicio de sus actividades.

5. CAPITULO V - CONCLUSIONES

5.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La elaboración del proyecto de implementación de la gestión de la calidad de datos en SIG PAE representa la concreción de gran parte de las ideas que fui sumando a través de los años en un largo recorrido en el que fui incorporando conocimientos que me han compartido con mucha generosidad compañeros de diferentes sectores de la compañía, permitiéndome comprender las lógicas y funcionamientos de los procesos asociados directa e indirectamente a SIG PAE. Un camino en el que quiero destacar el trabajo conjunto realizado en el año 2017 con dos personas que gentilmente me capacitaron, ampliaron mis horizontes y lograron dotarme de una visión significativamente más integral; uno proveniente del área de Aseguramiento del Desarrollo, sector con una alta vinculación con el negocio y estrategias de la compañía; y el otro vinculado directamente con el sector de Mantenimiento operativo, con un alto grado de conocimiento sobre el funcionamiento de las instalaciones de superficie; ambos ingenieros y grandes entusiastas de los SIG. Con ellos hemos recorrido un camino que, si bien no resultó en la implementación de acciones concretas logró despertar el interés por mejorar la calidad de la información de SIG PAE en sectores que resultaron claves para esta nueva instancia; y aun cuando ambos han dejado de pertenecer a la compañía, no quiero dejar de mencionarlos porque sembraron una semilla que en la actualidad ha comenzado a dar sus primeros frutos, y son la muestra de que formar equipos pluridisciplinarios en los que compartir el conocimiento permite alcanzar mejores resultados.

Otra importante colaboración en el desarrollo del proyecto ha sido el programa de formación interna de la compañía: Impulsores de la Mejora Continua, ya que me ha brindado herramientas para comprender los principios genéricos de este sistema y analizar las problemáticas metodológicamente; y a partir de la cual he logrado sistematizar en forma lógica y organizada la búsqueda de soluciones incorporando muchas de las ideas y oportunidades de mejora que tenía pendientes de ejecución, esquematizándolas en un proyecto de mejora continua aplicada a un ámbito tan poco habitual como es la calidad de datos vinculados a la información geográfica.

5.2. DISEÑO DEL PROYECTO

El proyecto original planteaba la ejecución de acciones que permitieran corregir desvíos en el intercambio entre sectores generadores de datos y los editores que impactaban las novedades en las capas de información, analizar posibles soluciones a problemas geométricos en Feature Class que poseen reglas topológicas para el modelado de redes de producción e inyección; probar métodos que permitan aplicar algún tipo de auditoría para establecer el estado de situación de SIG PAE GSJ y generar un vínculo más cercano con editores que forman parte de la misma gerencia para establecer criterios comunes. Una vez definida la versión inicial del proyecto, los primeros inconvenientes surgieron al avanzar con el diagnóstico inicial del estado de situación del SIG corporativo ya que las primeras observaciones indicaban que las acciones y soluciones no podrían abarcar únicamente a aquellos procesos que se ocuparan de la gestión y administración de los datos.

Los primeros resultados mostraban que era necesario pensar en estrategias que abarcaran la totalidad del sistema; que sería necesario analizar en detalle los procesos establecidos para validar su vigencia; que permitieran la evaluación y redefinición de los roles establecidos en el procedimiento vigente que fue elaborado una década atrás; que la revisión de roles probablemente implicaría la incorporación de otros nuevos para asegurar la integridad de los procesos de gestión de la calidad de los datos; que era vital concentrarse en la delimitación de responsabilidades que abarcarían cada uno de los roles, de modo que queden explícitamente descritas las tareas y expectativas que se tienen sobre las personas que los desarrollan, ya que así se podría reducir el margen de indefiniciones sobre lo que se espera que hagan; que era importante establecer un marco general de trabajo que surgiera del consenso entre decisores operativos clave, de manera que se asegure la difusión y cumplimiento por parte de los involucrados; y que sería necesario generar un marco de trabajo documental que sirva como guía para la ejecución de tareas previstas en la gestión de la información de SIG PAE en sus distintas fases. A partir de la evaluación de estas observaciones se decidió ampliar el alcance original del proyecto hacia un nuevo desarrollo que traspasara los límites de la Gerencia de Proyectos e Instalaciones y fuera transversal a todas las gerencias operativas de la UG GSJ, modificando las acciones previstas en la instancia inicial para extenderlas

e incorporar al resto de los involucrados (informantes, ejecutores, editores, coordinadores, gerentes, etc.).

El cambio en el alcance del proyecto ha generado la necesidad de cambiar el plan de acción original, una modificación que hizo necesario pensar en un nuevo sistema cuyo diseño ha requerido de la aplicación de un alto poder de síntesis, dado que el universo de aspectos, personas y situaciones que involucra un sistema de tal envergadura y con un peso específico relevante para la compañía es por demás significativo; por otro lado, significaba un contexto en el que los conocimientos sobre SIG sólo representarían una parte del bagaje necesario para encarar un proyecto de tal magnitud, dado que era necesario desarrollar habilidades que permitan comprender las lógicas y funcionamientos de los procesos establecidos, generar comunicaciones efectivas con personas clave para validar los nuevos procesos y criterios propuestos, funcionar como interfase entre las necesidades operativas y las posibilidades tecnológicas del sistema, los requerimientos oficiales y legales; asegurar el involucramiento de todas aquellas personas que participaran en forma directa e indirecta en actividades vinculadas a la gestión de la información en SIG PAE GSJ para comprender su situación y la de sectores operativos implicados, compilar las observaciones, ajustes y comentarios de cada uno de los involucrados; y por último, sintetizar esta información para generar un nuevo marco documental que brindara el esquema organizativo a través del cual registrar los roles, asignar las responsabilidades y planificar los esfuerzos que permitan alcanzar los estándares esperados, bajo la premisa de que brindar certezas a las personas que ejecutarán las tareas asegurará el cumplimiento de los procesos requeridos.

Fue recién a partir de las pruebas, ajustes y revisiones que se logró conformar el alcance final del proyecto, definiendo las acciones que mejor se adecuan al presente de SIG PAE; las cuales surgieron luego de la elaboración del segundo diagnóstico que fue ajustado según el nuevo alcance del proyecto. Esta fase fue de suma importancia ya que permitió esquematizar las problemáticas más sobresalientes sobre el estado de situación del SIG corporativo en la UG GSJ y los procesos que aseguraban su funcionamiento, los cuales fueron categorizados y sintetizados en el diagrama de

Ishikawa que fue el insumo principal desde el que se desarrollaron los análisis de propuestas de mejora y el diseño de estrategias que aportaran soluciones conjuntas.

Esta primera etapa de la implementación de la gestión de la calidad de datos en SIG PAE ha sido diseñada a partir de las premisas del programa básico de calidad basado en la técnica japonesa 5S; un sistema de apariencia sencilla y que podría ser interpretada para un uso exclusivamente industrial pero que puede ser aplicada a casi cualquier ámbito, y tiene una altísima potencialidad que permitió esquematizar las fases en que se desarrollaría el proyecto, aportando un orden que facilitó el seguimiento de su ejecución. En la primera fase: Organización (Seiri) se identificaron aquellos datos, herramientas e insumos que serían utilizados para el desarrollo del proyecto, como ser las tablas de atributos de las capas de información, los documentos internos que establecían los procesos vigentes, identificar los sectores y personas que participarían directa e indirectamente del proyecto, etc. Durante la segunda etapa: Orden (Seiton) se establecieron los sistemas adecuados que se implementarían sobre cada uno de los insumos de la primera fase, que son las acciones descritas en las fases de diseño (ver 4.2). El tercer periodo: Limpieza (Seiso) consistió en la organización de los métodos a aplicar sobre los datos y procesos de SIG PAE GSJ y la identificación de todos aquellos aspectos que no serían tenidos en cuenta en esta fase del proyecto, ya sea porque no eran relevantes, por requerir de recursos no disponibles o por tratarse de propuestas vinculadas a tareas, instrumentos o fases en desarrollo; una organización que si bien no resulta fácil de realizar, es sumamente necesaria sobre todo en proyectos grandes, ya que resulta imposible abarcar la totalidad de los aspectos cuando aún se está construyendo un diseño metodológico que oriente la labor de todos los involucrados y estos todavía no se encuentran familiarizados con cuestiones de calidad. De modo que se ha tomado nota de aquellas oportunidades de mejora para retomarlas en fases posteriores. En la cuarta etapa: Control visual (Seiketsu) se ha desarrollado y ejecutado la primera auditoría de datos a partir de su nivel de completitud, uno de los elementos de calidad definidos por la norma ISO 19113; se gestionaron las revisiones y validaciones de los nuevos documentos que estandarizarán la gestión de datos en SIG PAE GSJ: el diagrama de procesos, la matriz de responsabilidades y el nuevo procedimiento de gestión. La quinta y última fase: Disciplina y hábito (Shitsuke) continua en desarrollo al

momento de presentar esta tesis de grado, ya que se está trabajando fuertemente en la difusión de los nuevos alcances y metodologías a través de la conformación de un grupo de editores, a quienes se está capacitando en forma conjunta sobre cuestiones generales de SIG y estandarización, con la intención de establecer un punto de inicio a partir del cual se adecuen las formas de trabajo hacia una nueva modalidad que privilegie la normalización y homogeneidad de criterios para la gestión de los nuevos datos, y que posteriormente les permita desarrollar habilidades para que ellos mismos, como especialistas temáticos, sean quienes identifiquen y propongan los mejores métodos a aplicar en la corrección de datos históricos erróneos en una fase posterior del proyecto.

5.3. CALIDAD DE LOS DATOS

Cuando se refiere a la calidad asociada a cualquier elemento y/o servicio es relevante tener en cuenta que se trata de un concepto multidisciplinar, de modo que el enfoque que tienen cada una de las diversas interpretaciones conlleva la esencia del ámbito desde el que ha sido elaborado: industria, medio ambiente, servicios, etc.; una ambigüedad que puede interpretarse en forma negativa por no contar con una definición inequívoca, o de modo positivo, ya que permite construir un criterio que responda específicamente a aquello que la compañía considere llamar calidad. Tomando en cuenta esta consideración, es importante que el concepto de calidad de datos sea construido por quienes que se encuentran vinculados a SIG PAE; una tarea que será pospuesta hacia un estadio más avanzado en el que aquellos que participan de la gestión de la información se encuentren más familiarizados con sus propios datos, tengan conocimientos que les permitan analizar y debatir sobre estos aspectos, y de este modo, construir una conceptualización que surja desde el corazón del sistema y permita capturar la esencia de SIG PAE. Asimismo, al tratarse de un concepto absolutamente subjetivo que puede ser interpretado y apreciado en forma diferente por cada individuo, requiere que tal como lo indica la definición de ISO, se establezca el grado en que un conjunto de características cumple con las necesidades o expectativas, estableciendo los criterios que definen su alcance y sustentan su interpretación. Uno de

estos criterios debería ser el Nivel de Calidad Aceptable (NCA), ya que a partir de los parámetros que se determinen como adecuados, se podrá establecer que un elemento cumple o no con los estándares previstos para definir su calidad. Los valores para construir la definición de este parámetro sólo podrán establecerse luego de analizar las particularidades, condiciones, requerimientos y exigencias que posee cada Feature Class. Para el caso de SIG PAE GSJ se determina que esta definición formará parte de futuras instancias, dado que en primer lugar es necesario establecer criterios específicos para cada uno de los atributos que componen las capas de información, a fin de evaluar el peso específico de cada uno de ellos, la disponibilidad de información para completar y/o corregir registros que refieran a datos históricos, la relevancia que tengan de acuerdo a las exigencias que representan, la validación operativa de su contenido, entre otros aspectos que serán incorporados durante las tareas de completitud y permitirán a futuro definir un nivel de calidad aceptable que responda a las necesidades de la compañía.

En relación con las normas de calidad para la información geográfica, aun cuando existen normativas internacionales definidas por ISO, vale aclarar que no tienen el mismo nivel de aplicabilidad para los organismos oficiales productores de datos como para las empresas; de modo que es necesario adaptar y adoptar aquellos criterios que se ajusten a sus particularidades, seleccionando únicamente aquellas variables que permitan analizar aspectos que sean útiles para la operación. Es por ello, que aun cuando la norma ISO 19113 establece un conjunto de elementos a partir de los cuales se puede evaluar la calidad de los datos, al momento de pensarlos en el contexto de la implementación de la gestión de calidad de datos en SIG PAE, considerando su complejidad, se decidió iniciar el control de datos comenzando a auditar únicamente el estado de Completitud de los Feature Class, como una manera de establecer planes más realistas partiendo de un diagnóstico que permita la cuantificación de campos completos y vacíos dentro de las tablas de atributos de las capas de la totalidad de grupos de información, pero que ha derivado en la definición de un sistema de clasificación para los atributos, la identificación de requerimientos por parte de organismos oficiales y sistemas vinculados de la compañía; y fundamentalmente, ha permitido comenzar a generar un movimiento en los actores involucrados que

paulatinamente empiezan a dimensionar el alcance de sus tareas, se ven reconocidos como referentes temáticos en sus especialidades y al ser incorporados como parte de un proyecto asumen la responsabilidad de sus capas de información, generando nuevos niveles de compromiso que son vitales, dado que las personas son el eje central de todos los procesos que garantizan el eficiente funcionamiento de SIG PAE GSJ.

5.4. PROCESOS PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

Asegurar una gestión de la información que responda a las necesidades y criterios de la operación requieren de un marco documental en el que queden establecidos los lineamientos generales. Los productos surgidos del desarrollo de la tesis de grado han sido:

- 1) el Diagrama de Procesos, un esquema que permitió identificar los principales procesos para la gestión de SIG PAE GSJ y establecer los roles necesarios para su ejecución;
- 2) la Matriz de Roles y Responsabilidades, que permitió definir los puestos y sectores responsables de la ejecución de tareas asignadas a cada rol, contemplando desde la instancia de generación de la novedad, el informe al editor para su registro, los procesos de auditoría operativa y de integridad de datos, hasta llegar a las gerencias que son responsables de la asignación de recursos y el cumplimiento de las responsabilidades a su cargo;
- 3) el nuevo procedimiento Gestión de la Información en SIG PAE GSJ PAE-OPE-PG-024 que establece en forma clara y explícita el desarrollo de los procesos identificados en el diagrama, los roles definidos en la Matriz y el detalle del alcance de las responsabilidades asignadas a cada uno. Es un documento cuya elaboración me ha representado un importante desafío dado que fue necesario hacer un cambio de enfoque para salir del análisis de tareas específicas y llegar a construir una visión integral que permitiera identificar los procesos involucrados, reconocer las interacciones que debían establecerse entre roles para asegurar la ejecución de los procesos, y delimitar las responsabilidades

que atañen a cada rol de modo que cada uno de los involucrados pueda comprender con mayor detalle las necesidades operativas de los procesos SIG y las expectativas definidas para su posición. Los principales aportes del procedimiento fueron: a) establecer una instancia de control de los datos a través de auditorías que al estar determinado en un procedimiento oficial asegurará su implementación en el tiempo; b) la incorporación de nuevos roles en los procesos de gestión de la información: los auditores operativos, el auditor de integridad de datos y la Referente SIG.

El hecho de que se haya aprobado en forma oficial la posición de Referente SIG a través del nuevo Procedimiento ha constituido un importante logro para el desarrollo del proyecto, ya que me ha permitido avanzar en la revisión y monitoreo de tareas y procesos de editores pertenecientes a sectores tanto de la propia como de otras gerencias de la UG GSJ. Por otra parte, establecer una coordinación de tipo matricial facilitó la conformación del equipo de Editores, con quienes se organizó un cronograma de reuniones periódicas en las que quien desempeña el rol de Soporte Operativo acompaña y monitorea el avance de las tareas de completitud de datos, relevando las observaciones que van surgiendo en la medida que los editores revisan e indagan sus propios datos; y con el acompañamiento de la Referente SIG brindándoles capacitación en cuestiones vinculadas a la calidad de datos y generando la validación de nuevos criterios normalizados y homogéneos que son necesarios para asegurar una gestión eficaz de la información en SIG PAE GSJ.

La primera fase del proyecto de gestión de la calidad de datos, se ha dado por concluida con la difusión de los resultados de la primera auditoría de datos, los cuales han sido presentados en primer término a los editores para que conozcan el estado de situación de las capas de información a su cargo y a partir de ahí comenzar a establecer el plan de acción para elevar el porcentaje de completitud de sus atributos; y posteriormente a los coordinadores y referentes clave a quienes se le comunicaron los resultados y el plan de acción definido para guiar a los editores.

5.5. PRÓXIMOS PASOS

La culminación de la primera fase del proyecto de implementación de la gestión de la calidad de datos en SIG PAE GSJ ha dejado una interesante cantidad de propuestas de mejora que han sido identificadas durante el desarrollo de las etapas anteriormente mencionadas, las cuales permitirán continuar avanzando en la normalización de otros aspectos que conforman el sistema y los procesos vinculados, y de las cuales a continuación sólo serán señaladas las que presentan algún grado de evaluación previa.

Uno de los primeros aspectos identificados ha sido la cantidad de atributos que poseen ciertas capas de información, dado que existen casos en que su escaso número no permite caracterizar debidamente a los elementos contenidos y otros en los que se ha desglosado excesivamente su nivel de detalle; una situación que plantea la necesidad de evaluar la incorporación de nuevos atributos para el primer caso, y de generar una revisión que permita confirmar la utilidad de aquellos categorizados como atributos de tipo B, que son los que al revestir carácter de complementarios podrían llegar a ser desestimados en caso de que se detecte que no realiza aportes significativos al contenido de la capa en el segundo caso; de esta manera se podrá hacer un uso más eficiente del tiempo de los editores durante la carga de datos, y concentrar el tiempo y esfuerzo en tareas específicas que permitan mejorar la calidad de los atributos que realmente aportan valor agregado a la operación. Al momento de desarrollar las tareas de completitud, los editores se encuentran haciendo una evaluación preliminar que servirá de base para el análisis en posteriores etapas del proyecto.

Otra de las sugerencias que se encuentra en evaluación es el desarrollo de nuevos dominios y subtipos en las capas de información, de modo que puedan acotarse las posibles entradas de datos en atributos vinculados, reducir el tiempo de carga y minimizar los errores de tipeo que afectan la calidad de la información ingresada tanto para la realización de comprobaciones, análisis y la integración con los sistemas a los que se encuentre relacionado. Esta propuesta será desarrollada en conjunto con los grupos de editores y referentes técnicos de sectores afines, en una segunda instancia se enviará para la verificación y validación por parte de los auditores operativos, y por

último la versión definitiva podrá ser enviada al equipo IT GIS para su verificación e implementación tecnológica.

Otra de las líneas de trabajo que queda pendiente de desarrollo es el diseño de metodologías para la implementación de las dos instancias de control: la auditoría operativa y la auditoría de integridad de datos; la primera requerirá de la participación de los responsables de llevar este rol para identificar los aspectos más relevantes y de este modo construir un método eficiente de comprobación que pueda ser replicado en todas las capas y hacer comprobaciones posteriores a través de métricas que permitan identificar su evolución; y para el desarrollo del segundo tipo de auditoría se trabajará en forma conjunta con el área IT GIS, a fin de indagar las posibilidades tecnológicas que brindan las herramientas de la extensión Data Reviewer para la automatización de controles sobre la información de las tablas de atributos y la validación geométrica, cuya adquisición está programada para el año 2022.

Por otra parte, se ha identificado la necesidad de desarrollar una herramienta que facilite la plena usabilidad de los datos geográficos disponibles ya que si se difunde el alcance, contenido y características de las capas que conforman los grupos de información se lograría hacer un uso más eficiente de los datos, se evitaría la duplicación de esfuerzos y hasta podría reducir los desperdicios de tiempos y recursos tanto personales como económicos por conseguirlos. Una opción a considerar sería la creación de un Catálogo de Feature Class u Objetos Geográficos para describir las capas de información de SIG PAE en forma clara, sencilla y normalizada; tomando como base el desarrollo realizado por los Grupos de Trabajo de Gestión y Estandarización de Información de IDE Chile, en cuyo documento afirman que: “la catalogación de objetos geográficos permite a los usuarios y productores de Información Geográfica tener una definición de los objetos geográficos en un lenguaje natural con respecto al contenido de los conjuntos de datos y por ende una mayor comprensión de su contenido y alcance, permitiendo lograr una base para la interoperabilidad y el intercambio de los datos geográficos entre diferentes usuarios” (IDE Chile).

En último término, vale mencionar a los Instructivos de Gestión para los Grupos de Información cuya base serán criterios genéricos y definiciones surgidas las

actividades de la primera etapa de la implementación, pero que posteriormente serán desarrollados en futuras instancias del proyecto con los aportes y validaciones de los editores y auditores operativos, de modo que se puedan elaborar documentos que guíen la tarea de los editores de modo eficiente respetando las lógicas geográficas y de la administración de bases de datos, pero sin perder de vista las cuestiones netamente operativas que le dan sentido y contenido a las capas de información.

5.6. COMENTARIOS FINALES

Cuando comencé a definir mentalmente el alcance del proyecto de Implementación de la Gestión de Calidad de Datos en SIG PAE GSI imaginé un camino diferente al que finalmente he recorrido, originalmente supuse que implicaría el diseño de un conjunto de métodos enfocados en la normalización de los datos geográficos en forma general y la búsqueda de estrategias para evaluar el estado de situación de las capas de información y su calidad; pero luego del primer diagnóstico fue necesario cambiar el rumbo hacia el rediseño de la totalidad de la gestión de la información ya que parte de los inconvenientes que impactaban negativamente en los datos estaban asociados a procesos que fueron perdiendo vigencia en el tiempo y que no fueron revisados desde su emisión inicial, a la falta de roles que aseguraran la coordinación operativa de SIG e instancias de control sobre los datos. En este sentido es sumamente destacable el acompañamiento de los coordinadores, líderes, gerentes y vicepresidentes involucrados que apoyaron el desarrollo del proyecto como un cambio en la metodología de trabajo que inicie el camino hacia una nueva gestión de datos en SIG PAE; y de los equipos de editores e IT GIS que me han permitido conocer e indagar en sus procesos, y participaron en cada reunión y actividad propuesta colaborando con ideas y planteos enriquecedores que impulsan a seguir buscando mejoras.

La redacción de nuevos documentos para establecer criterios que organizaran la nueva gestión implicó otro importante desafío, ya que aún cuando tenía la experiencia de generar un procedimiento anterior que abarca procesos y actividades de otras gerencias, en esta ocasión el reto fue desarrollar un instrumento con una visión integral que permita abarcar la gestión de la información de un sistema corporativo como SIG

PAE en el ámbito de una de las unidades de gestión más relevantes de la compañía, de mayor extensión geográfica y con la mayor antigüedad e historia operativa. Por lo que es satisfactorio destacar que, al iniciar la difusión de los nuevos documentos, los primeros comentarios de quienes conforman SIG PAE reconocen su utilidad y la mejora que significa contar con documentación concreta, clara y redactada en forma sencilla con una mirada más orientada hacia la operación de la compañía.

La experiencia adquirida en el desarrollo del presente proyecto ha sido inmensamente satisfactoria ya que el camino transitado nos ha permitido salir de una forma de trabajo que ya no respondía a las necesidades de la compañía y reorientar los esfuerzos de todos los equipos hacia un nuevo modelo que cuenta con un mayor nivel de integración entre quienes conformamos SIG PAE, nos ha permitido sentar las bases para la construcción de una nueva metodología de trabajo que contribuirá a una eficiente gestión de la información, normalizar métodos y criterios, y mantener vivos los procesos que aseguran la disponibilidad de información eficiente, completa, actualizada y auditada; de modo que se puedan aprovechar las potencialidades de la administración, el análisis y modelado de la información geográfica evitando ser un mero repositorio de datos, y transformando a SIG PAE en el vehículo que le imprime valor agregado a la información geográfica, constituyéndose como una fuente confiable que permita tomar decisiones adecuadas, generar modelos de proyección y análisis eficaces; porque sólo se podrán obtener resultados de excelencia cuando la información proviene de una base de datos sólida, mantenida con una gestión eficaz y con datos de calidad controlada

Como reflexión final me gustaría destacar la importancia de conformar trabajos en equipos pluridisciplinarios en los que se identifiquen las fortalezas y debilidades de cada uno de sus miembros, ya que de ese modo se podrán potenciar las mejores aptitudes de cada uno para el proyecto, establecer los puntos a desarrollar, realizar una asignación de tareas más eficaz, y fundamentalmente, lograr que todos sus integrantes se sientan reconocidos por sus capacidades compartiendo aquello en lo que se consideran expertos; y se sientan parte de un recorrido en el que es necesario indagar, repensar y mejorar contantemente los criterios y procesos que asegurarán en el tiempo una eficiente gestión y calidad de los datos en SIG PAE.

6. BIBLIOGRAFIA

- Argerich, Analía; Montivero, Marcela; Mansilla, Ricardo (2012) Capítulo 19. ISO/TC 211 y las Normas de la Información Geográfica. En Bernabé-Poveda, Miguel Ángel; López Vázquez, Carlos Manuel (Editores), *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp. 253-263). Madrid: Editorial UPM Press.
- Ariza López, Francisco (2013) Capítulo 1 Introducción a la calidad en la Información Geográfica. *Fundamentos de la evaluación de la calidad de la Información Geográfica* (pp. 1 - 61). Jaén. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Jaén.
- Ariza López y García Balboa, José Luis (2008) Capítulo 8. Normas sobre calidad en información geográfica (ISO 19113, ISO 19114, ISO 19138, ISO 2859 e ISO 3951). En Ariza López, Francisco Javier y Rodríguez Pascual, Antonio Federico (Editores), *Introducción a la normalización de la Información Geográfica: Familia ISO 19100* (pp. 107-132). Jaén. Grupo de Investigación en Ingeniería Cartográfica. Universidad de Jaén.
- Ariza López, Francisco y Ureña Cámara, Manuel (2013) Capítulo 3. El Marco ISO 19100. En Iniesto Alba y Núñez Andrés (Editoras). *Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp. 79-147). Editorial Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) y Dirección General del Instituto Geográfico Nacional de España.
- Ballejos, Luciana y Giorgetti, Carlos (2012) Capítulo 18. Modelos de Datos para las IDE. En Bernabé Poveda, Miguel Ángel; López Vázquez, Carlos Manuel (Editores), *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp. 239-252). Madrid: Editorial UPM Press.
- Barriga Vargas, Rodrigo; Andrade Leiva, Cintia; Lazo, José María (2012) Capítulo 7. Almacenamiento de la Información Geográfica. En Bernabé Poveda, Miguel Ángel; López Vázquez, Carlos Manuel (Editores), *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp. 107-116). Madrid: Editorial UPM Press.
- Bernabé Poveda, Miguel Ángel; López Vázquez, Carlos Manuel (Editores) (2012). *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Editorial UPM Press.

Madrid. España. http://www.ign.es/web/ign/portal/publicaciones-boletines-y-libros-digitales#publication_16

Buzai, Gustavo (Editor) (2010) *Geografía y Sistemas de Información Geográfica: Aspectos conceptuales y aplicaciones*. 1° Edición. Colección Editorial GESIG Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica. Buenos Aires, Argentina.

Buzai, Gustavo; Baxendale, Claudia; Humacata, Luis; Principi, Noelia (2016) Capítulo 1: Teoría de los Sistemas de Información Geográfica. *Sistemas de Información Geográfica: cartografía temática y análisis espacial* (pp.14) Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Lugar Editorial

Caprioli, Mauro y Tarantino, Eufemia (2004) La normativa y la Calidad dentro del contexto de los SIG. *Revista Topografía y Cartografía - Volumen XXI, Número 121 - Mayo / Junio*. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/234162593> *La Normativa y la Calidad dentro del contexto de los SIG* [19/08/2020]

Castillo Villanueva, Lourdes; Iturbe Posadas, Antonio (2006) Calidad de bases de datos geográficos digitales. *Revista CAOS Conciencia*. Año 1. Volumen I, N° 1. 41-49. Universidad de Quintana Roo. México. Recuperado de http://dci.ugroo.mx/RevistaCaos/2006_Vol_1/Num_1/LC_Vol_I_51-60_2006.pdf

Celada Pérez, Jesús; García Cepeda, Francisco; Saavedra, Freddy (2012) Capítulo 6. El Tratamiento de los Datos Geográficos. En Bernabé Poveda, Miguel Ángel; López Vázquez, Carlos Manuel (Editores), *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp. 95-106). Madrid: Editorial UPM Press.

Díaz Corrales, Alba V. (2012) Principios de la Gestión de la Calidad. Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua. <https://avdiaz.files.wordpress.com/2012/06/principios-de-gestic3b3n-de-la-calidad.pdf>

Erba, Diego Alfonso; Duarte Alicia; Stiefel, Marta (2012) Capítulo 17. Interoperabilidad y Estandarización de la Información Geográfica. En Bernabé Poveda, Miguel Ángel;

- López Vázquez, Carlos Manuel (Editores), *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp. 229-237). Madrid: Editorial UPM Press.
- Estefanía, Joaquín (1998). Eje 2: La globalización. *En La nueva economía*. Pág. 14
- Hernández Faccio, Juan M.; Flores de Cuellar, Emma (2012). Capítulo 4. Características de la Información Geográfica. En Bernabé-Poveda, Miguel Ángel; López Vázquez, Carlos Manuel (Editores), *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp. 69-82). Madrid: Editorial UPM Press.
- Herrera Mendoza, Miriam (2008) *Diseño de un sistema de gestión de la calidad para una microempresa*. Tesis de Maestría en Gestión de la Calidad. Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. <https://www.uv.mx/gestion/files/2013/01/miriam-herrera-mendoza.pdf> [23/02/2021]
- IDE Chile (2020) - *Catálogo de Nacional de Feature* - Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile. Ministerio de Bienes Nacionales. Gobierno de Chile. https://www.ide.cl/descargas/catalogo_nacional_features.pdf
- Iniesto Alba, María y Núñez Andrés, Amparo (2014) Capítulo 1. El nuevo paradigma IDE. Concepto, componentes, actores y razón de ser de una IDE. En Iniesto Alba y Núñez Andrés (Editoras). *Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp. 15-44). Editorial Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) y Dirección General del Instituto Geográfico Nacional de España. http://www.ign.es/web/ign/portal/publicaciones-boletines-y-libros-digitales#publication_16
- Instituto Geográfico Nacional (Argentina) (2010) - Manual de Signos Cartográficos <http://ign.gob.ar/NuestrasActividades/ManualDeSignosCartograficos>
- Instituto Panamericano de Geografía e Historia (2013). *Guía de Normas, segunda edición en español 2013, Comité ISO/TC 211 Información Geográfica / Geomática*. Edición digital IPGH. México. https://www.ipgh.org/documentos/info-oea/inform_ipgh-oea_2014-2015.pdf
- Jiménez Martín, Alejandro (2017). *Gestión de la calidad de los datos en la empresa*. Tesis de grado en Ingeniería Informática. Escuela Técnica Superior de Ingenieros

Informáticos. Universidad Politécnica de Madrid, España.
http://oa.upm.es/47762/1/TFG_ALEJANDRO_JIMENEZ_MARTIN.pdf
[05/02/2021]

Maganto, Alejandra; Pascual, Antonio; Bernabé, Miguel (2012). Capítulo 3. Componentes de una IDE. En Bernabé-Poveda, Miguel Ángel; López Vázquez, Carlos Manuel (Editores), *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp. 55-65). Madrid: Editorial UPM Press.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (2016). *Gestión de la información*. <https://mintic.gov.co/gestion-ti/Gestion-IT4+/Gestion-de-Informacion/>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (2016). Guía N°4. Seguridad y privacidad de la información. Colombia https://www.mintic.gov.co/gestionti/615/articles-5482_G4_Roles_responsabilidades.pdf [06 de septiembre de 2020]

Morales, Amílcar; Ledesma, Mario; Coronel, Claudia; Metternicht, Graciela (2012) Capítulo 8. La Explotación de la Información Geográfica. En Bernabé-Poveda, Miguel Ángel; López Vázquez, Carlos Manuel (Editores), *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp. 117-129). Madrid: Editorial UPM Press.

Moya Honduvilla, Javier; Bernabé, Miguel; Escobar, Francisco (2012) Capítulo 9. La representación de la Información Geográfica. En Bernabé-Poveda, Miguel Ángel; López Vázquez, Carlos Manuel (Editores), *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp. 131-143). Madrid: Editorial UPM Press.

Núñez Andrés, María Amparo y González González, Juan Carlos (2014) Capítulo 2. Plataformas tecnológicas. En Iniesto Alba y Núñez Andrés (Editoras). *Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp. 45-77). Editorial Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) y Dirección General del Instituto Geográfico Nacional de España.

Organización de las Naciones Unidas (2010). Manual de infraestructura geoespacial en apoyo de actividades censales. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales

de las Naciones Unidas. Serie F, No. 103. Nueva York: Naciones Unidas.
https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesf/Seriesf_103s.pdf

Pan American Energy LLC (2017) *Cerro Dragón, Energía para el desarrollo argentino*. Eycor Ediciones corporativas. Buenos Aires.

Santovenia Diaz, J.; Tarragó Montalvo, C.; Cañedo Andalia, R. (2009) Sistemas de información geográfica para la gestión de la información. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud (ACIMED) Año 2009, Nro. 5. Páginas 72-75
<http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumen.cgi?IDARTICULO=31215>

Secretaría de Energía de la República Argentina (1993) Resolución 319/93: Normas y Procedimientos para la remisión de información estadística, datos primarios y documentación a la Secretaría de Energía.
<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-319-1993-312880/texto> [01/08/2021]

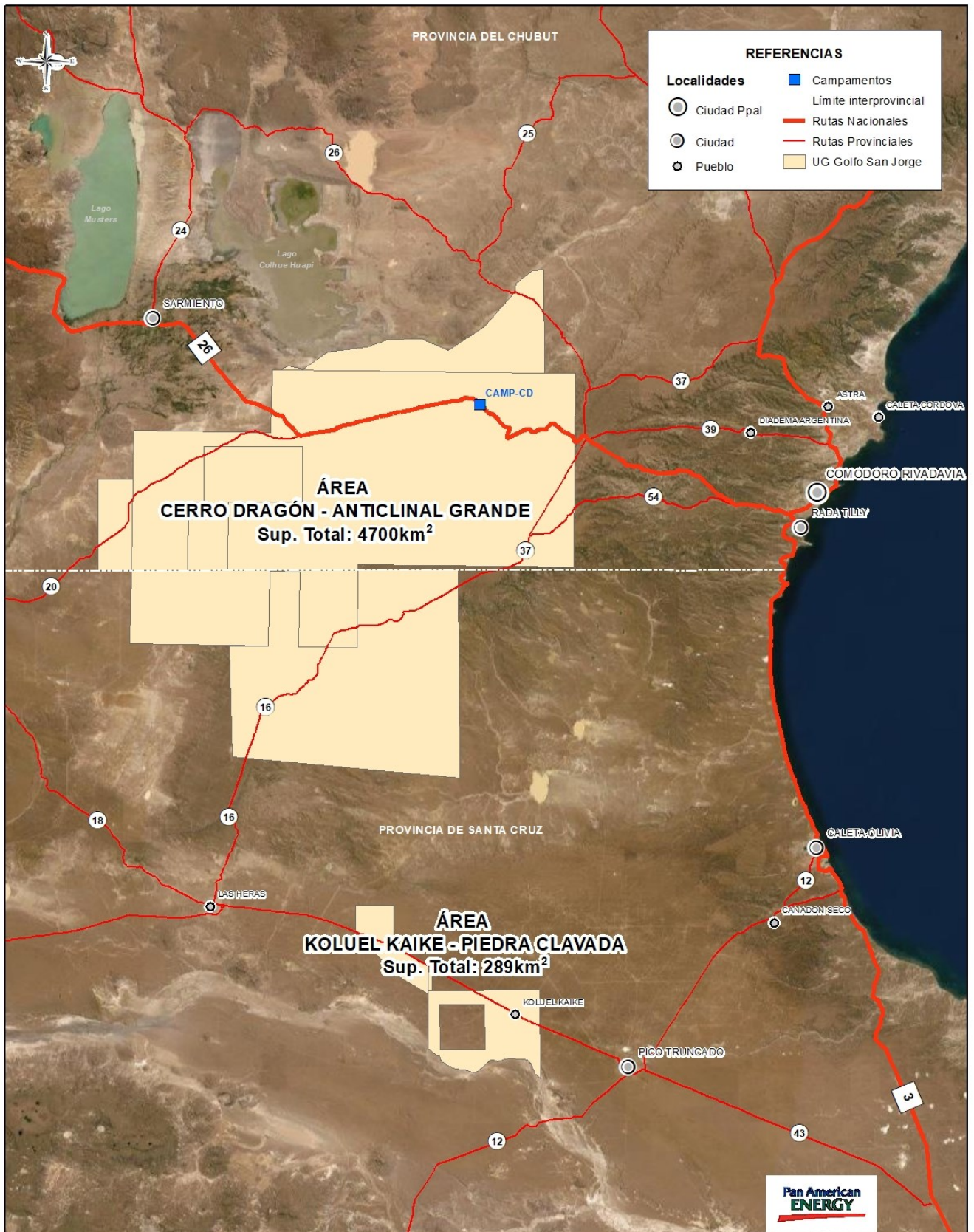
Secretaría de Gobierno de Energía de la República Argentina (2019) Anexo I Resolución 319/93: Plano Base - Datos SIG
https://apps.se.gob.ar/upload/planosb/instructivo/instructivo_319.pdf
[01/08/2021]

Siabato, Willington (2008) Métricas aplicadas a los modelos de calidad: caso de uso en los SIG. Congreso Internacional de Ingeniería, Geomática y Topografía, Valencia, España.

Vitturini, Mercedes y Fillotrani, Pablo (2008) Interoperabilidad y Estándares de Datos para Información Geográfica. XIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI)
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21968/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y [01/02/2021]

7. ANEXOS

7.1. MAPA UNIDAD DE GESTIÓN GOLFO SAN JORGE




UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO
Sede: Comodoro Rivadavia
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA

Tesis de Grado | Licenciatura en Geografía

LA GESTIÓN DE CALIDAD DE DATOS APLICADA AL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE UNA EMPRESA OPERADORA DE PETRÓLEO Y GAS

Estudio de Caso: Pan American Energy LC - Suc. Argentina
Unidad de Gestión Golfo San Jorge

Tesisista: Tec. SIGyT Sonia Analía Gomez Directora: Dra. Cristina Messera

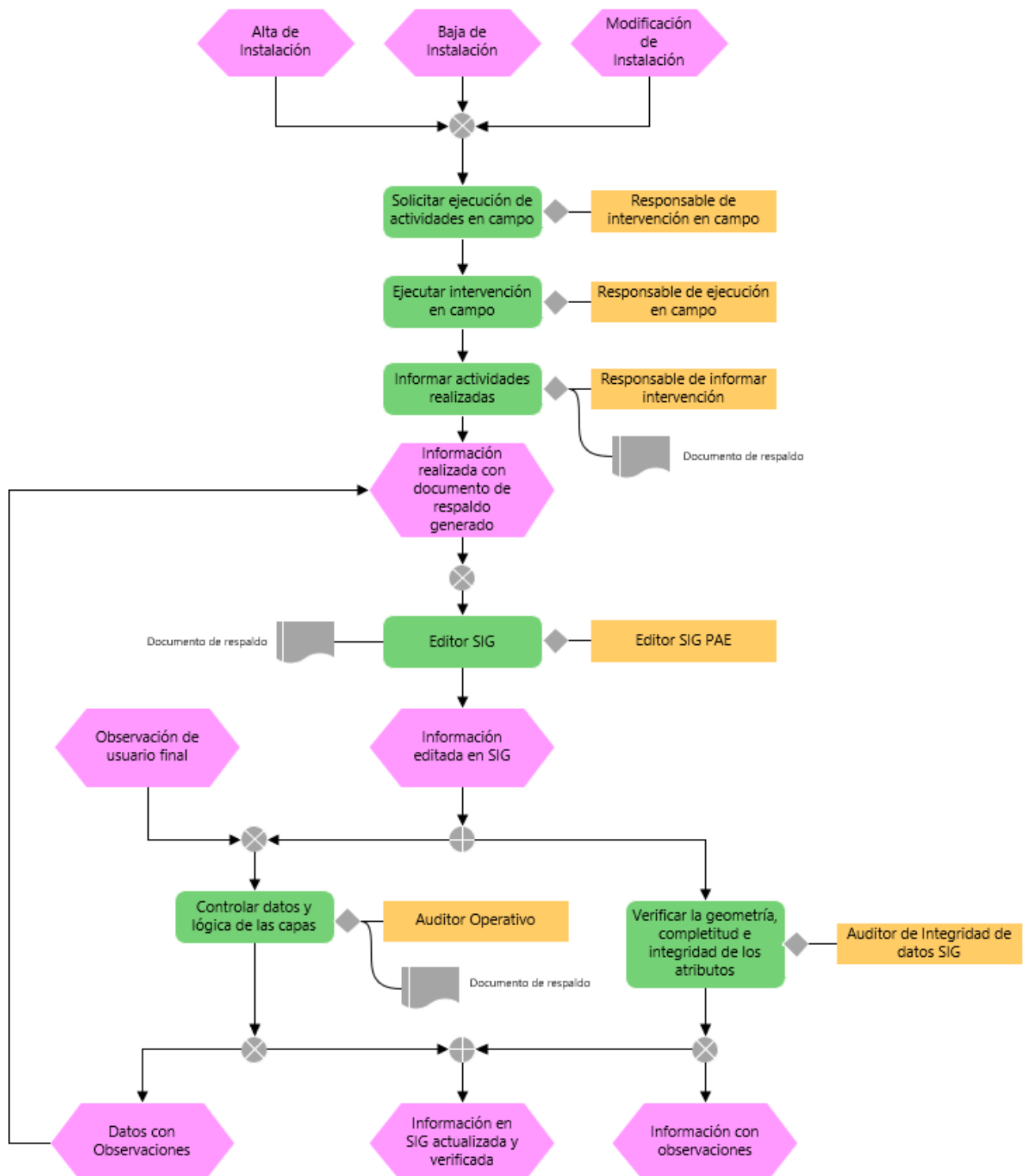
Pan American Energy LC - Suc. Argentina
UG Golfo San Jorge - GP - Cartografía SIG

UNIDAD DE GESTIÓN GOLFO SAN JORGE

Archivo: PAE_UG_GSJ

Diseño: XSA/G01
Impresión: 14/12/2021

7.2. DIAGRAMA DE PROCESO



7.3. GLOSARIO

ABM: Alta, Baja y Modificación de información.

Atributo: característica que definen un elemento en SIG que se encuentra almacenado en una tabla (nombre, longitud, diámetro, etc.)

BD: Base de Datos

Campos: columna de una tabla de atributos que almacena valores para un atributo único.

CAO: plano Conforme a Obra

Feature Class: es un conjunto de colección de características geográficas con el mismo tipo de geometría (como punto, línea o polígono), los mismos atributos y la misma referencia espacial.

GSJ: Golfo San Jorge

GPI: Gerencia de Proyectos e Instalaciones

IT GIS: Information Technology - Geographic Information System

NCA: Nivel de Calidad Aceptable

PAE: Pan American Energy LC

Registro: filas que componen la tabla de atributos.

SIG PAE: Sistema de Información Geográfica corporativo de PAE

Tabla de Atributos: tablas constituidas por filas y columnas donde se almacenan datos tabulares específicos (números, fechas, textos, etc.), que permiten realizar tareas de representación cartográfica, análisis y administración de datos.

UG GSJ: Unidad de Gestión Golfo San Jorge