

iCPos: una herramienta web para la elaboración de Informes de Calidad Posicional

iCPos: A web-tool to create Quality Positional Control Reports

José Luis García-Balboa¹

Manuel Antonio Ureña-Cámara²

Emerson Magnus de Araujo Xavier³

Recibido 5 de marzo de 2021; aceptado 30 de mayo de 2021

RESUMEN

En la actualidad, el control de calidad posicional se constituye como necesidad en el marco de la producción de información espacial. Aunque existen diversos métodos y medidas para este tipo de controles, no hay software público disponible que facilite su aplicación, por lo que se suele realizar mediante cálculos adhoc. Por ello, se ha elaborado una herramienta, desarrollada como aplicación web de acceso libre que se presenta en este documento. La aplicación permite realizar el control de calidad posicional basado en puntos de control usando las propuestas del IPGH y de los diversos estándares de calidad como NMAS, EMAS, NSSDA y UNE 148002. Además, incluye capacidades de análisis estadístico de los errores, todo ello integrado bajo un informe estructurado que puede ser exportado y facilita el intercambio de información sobre la calidad de los productos cartográficos entre desarrolladores y usuarios.

Palabras clave: exactitud posicional, evaluación de la calidad, guía de evaluación, informe de calidad, servicios de calidad cartográfica.

¹ Universidad de Jaén, España, correo electrónico: jlbalboa@ujaen.es.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3109-5888>

² Universidad de Jaén, España, correo electrónico: maurena@ujaen.es.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6373-4410>

³ Servicio Geográfico del Ejército Brasileño, Brasil, correo electrónico: emerson.xavier@eb.mil.br.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2737-6633>

ABSTRACT

Positional Quality Control is a need in production based on geographic information nowadays. In spite of the different measures and method to test this quality element, there is no public software available to easy the application of this quality control. For this reason, most of these controls are achieved ad-hoc. In order to solve the scarcity of these kind of software, a new software has been developed, as free access web application, that allows to achieve the positional quality control based on points following the proposal of PAIGH and several standards such as NMAS, EMAS, NSSDA and UNE 148002. Moreover, the application includes statistical hypothesis tests of errors and ease the exchange for cartographic products between producers and users due to a structured quality report.

Key words: Positional Quality Control, Assessment of Quality control, Evaluation Guideline, Quality Report, Cartographic Quality Control Services.

1. Introducción

Desde siempre, la exactitud posicional ha sido considerada como un aspecto definitorio y primordial de la calidad de todo producto cartográfico (Ariza-López, 2002), dado que afecta a factores como la geometría, la topología y la calidad temática, y considerando que está directamente relacionada con la interoperabilidad del dato espacial. Conscientes de la relevancia de este aspecto, numerosas instituciones productoras de cartografía oficial, asociaciones profesionales y cuerpos normativos han desarrollado métodos de evaluación de la exactitud posicional (MEEP), por ejemplo: United States National Map Accuracy Standards (NMAS) (U.S. Bureau of the Budget [USBB], 1947), *Especificaciones para mapas topográficos* (Instituto Panamericano de Geografía e Historia [IPGH], 1978), Engineering Map Accuracy Standards (EMAS) (American Society of Civil Engineers [ASCE], 1983), National Standard for Spatial Data Accuracy (NSSDA) (Federal Geographic Data Committee [FGDC], 1998), ASPRS Positional accuracy standards for digital geospatial data (American Society for Photogrammetry and Remote Sensing [ASPRS], 2015), etc.

Los MEEP son procesos estandarizados que permiten, o bien estimar la calidad, o controlarla. La estimación consiste en determinar un valor fiable de la propiedad de interés, mientras que el control de calidad determina si la propiedad de interés alcanza, o no, un nivel determinado. Son diversos los trabajos que comparan algunos de estos métodos (Ariza-López y Atkinson, 2008a) o que los analizan en profundidad desde una perspectiva más estadística, como es el caso del NSSDA en Ariza-López y Atkinson (2008b), el EMAS en Ariza-López, Atkinson y Rodríguez-Avi (2008), el NMAS en Ariza-López y Rodríguez-Avi (2014), etc.

Una de las conclusiones del Proyecto IPGH-PAT 2015 "Diagnóstico de la situación actual sobre las metodologías y procedimientos empleados para la

evaluación de la calidad de la Información Geográfica" (Ariza-López y col. 2017) era la existencia de "informalidad" a la hora de realizar las evaluaciones de la exactitud posicional en el ámbito de los países miembros del IPGH. Literalmente se indicaba que "esta informalidad, no sólo significa que no exista una adopción explícita de un MEEP ya existente o una norma o estándar propio, sino que, por lo general, también faltan documentos detallados que restrinjan la variabilidad de las múltiples interpretaciones y opciones que se pueden desarrollar a la hora de aplicar los MEEP existentes".

Consideramos que atender a los aspectos más aplicados de los procesos de evaluación permite mejorar la formalidad. Sin embargo, desde una perspectiva más aplicada son escasos los documentos relevantes que existen, así, el manual sobre el NSSDA (Minnesota Planning Land Management Information Center, 1999) presenta un carácter aplicado pero muy limitado, y otros documentos centrados en esta materia (p.ej. Poggioli, 2010, o el capítulo 3 de Congalton y Green, 2009) no realizan un tratamiento con suficiente detalle y con una orientación de guía aplicable. Desde una perspectiva más general, abarcadora de métodos y didáctica es muy destacable la publicación ocasional número 557 del IPGH titulada *Guía general para la evaluación de la exactitud posicional de datos espaciales* (Ariza-López *et al.*, 2019a), y desarrollada en el seno del Proyecto IPGH-PAT 2018 n° 23. Esta guía ofrece una compilación con los métodos más aplicados en el continente americano y, además, numerosas directrices sobre cómo afrontar cada uno de los aspectos de la evaluación de la exactitud posicional. Es relevante indicar que esta guía es el resultado de un método de desarrollo de guías que está basado en evidencias (Centro de Estudios e Investigación en Salud, 2014; Ariza-López, 2017), de tal manera que todas sus recomendaciones tienen un respaldo científico. Para más detalles sobre el proceso de elaboración de esta guía ver Ariza-López *et al.* (2019b).

Sin embargo, en una sociedad digital se requiere que los métodos descritos en documentos se ofrezcan como servicios en entornos digitales distribuidos que faciliten su aplicación por parte del mayor número de usuarios. En esta línea, este artículo presenta la herramienta iCPos (acrónimo de informe de Calidad Posicional) desarrollada por el Grupo de Investigación en Ingeniería Cartográfica (GIIC) de la Universidad de Jaén. Se trata de una herramienta web de acceso libre que incorpora todos los MEEP descritos Ariza-López *et al.* (2019a) y que, además, incorpora la generación de un informe de resultados versátil y que puede llegar a ser todo lo exhaustivo que se desee. Además, este servicio se basa en la aplicación de la Norma ISO 19157 (International Organization for Standardization [ISO], 2013), que está siendo revisada bajo la nueva denominación de ISO 19157-1, en todo lo relacionado con la descripción de la calidad de los datos espaciales

Consideramos que todo este esfuerzo se alinea con la "Visión de Aplicación del Marco Normativo de las Américas" (Naciones Unidas, 2013), el cual indica: "Es preciso definir y adoptar un marco normativo compatible en la región, que establezca las convenciones comunes y acuerdos técnicos necesarios para alcanzar mayor eficiencia en la respuesta a las demandas de información geoespacial, donde los datos se generen y mantengan el común denominador

de: compatibilidad, comparabilidad, confiabilidad, consistencia y completitud, siendo éste la base para el establecimiento de un esquema interoperable de colaboración, que contribuya al desarrollo de la Infraestructura de Datos Geoespaciales de las Américas (IDEA).

2. Estado del arte

Las evaluaciones de calidad posicional de productos, tanto digitales como analógicos, han sido una constante dentro de las Agencias de Producción Cartográfica. Sin embargo, los informes existentes se limitaban a presentar el resultado de la aplicación de algún método de control que ha sido convertido en alguno de los estándares "de facto" comentados en la introducción. Desde un punto de vista formal, la introducción de los informes de calidad en la Norma ISO 19115 (ISO, 2003) y en la Norma ISO 19157 (ISO, 2013) fue un paso adelante en cuanto al desarrollo desde un punto de vista más global para informar sobre la calidad y, por lo tanto, del punto de vista específico de la calidad posicional. A pesar de lo anterior, el informe era demasiado generalista y no abordaba todos los aspectos de interés del control posicional. Por ello, el desarrollo por el IPGH del documento 557 (Ariza-López y col., 2019a) supuso un ejemplo claro de lo que se espera de un informe de control de calidad, marcando una línea a seguir.

No obstante, a pesar de la documentación que ha ido desarrollando el aspecto formal del control de calidad posicional, el control ha venido realizándose mediante software general (hojas de cálculo, editores de texto, etc.), o mediante software de uso interno para los productores cartográficos. Pocas de estas herramientas han quedado disponibles para el público general y muchas menos con la capacidad de generar informes de calidad para los diferentes estándares existentes.

Dentro de este ámbito podemos citar las herramientas: (1) DSG Tools¹ que permite calcular el método de control posicional por puntos adoptado en Brasil; (2) GeoPEC² que permite el control posicional usando metodologías basadas en buffers sobre objetos geográficos lineales; y (3) BOS³ desarrollada por Tveite (2020) uno de los investigadores que propusieron este tipo de metodologías. Sin embargo, las herramientas basadas en objetos geográficos puntuales han sido despreciadas ya que se sustituyen por procesos más o menos largos entre capas en los Sistemas de Información Geográfica. En cualquier caso, ninguno de estos sistemas es capaz de generar informes o salidas personalizadas ni realizar ningún tipo de análisis estadístico de los datos de entrada ni de los resultados.

Por otra parte, sin embargo, sí existen herramientas para el aseguramiento de la calidad en aspectos de interoperabilidad. Desde este punto de vista,

¹ <https://github.com/dsgoficial/DsgTools/wiki>

² <http://www.geopec.com.br/>

³ <http://arken.nmbu.no/~havatv/gis/qgisplugins/BOS/>

esfuerzos como los desarrollados en el proyecto ELF (European Location Framework)⁴ en los aspectos de calidad son muy interesantes ya que marcan un esquema de integración de los procesos de calidad dentro de los sistemas de producción/integración cartográfica según describe Jakobsson *et al.* (2013) (Figura 1a). Este proceso se concreta en la Figura 1b, para la evaluación y creación

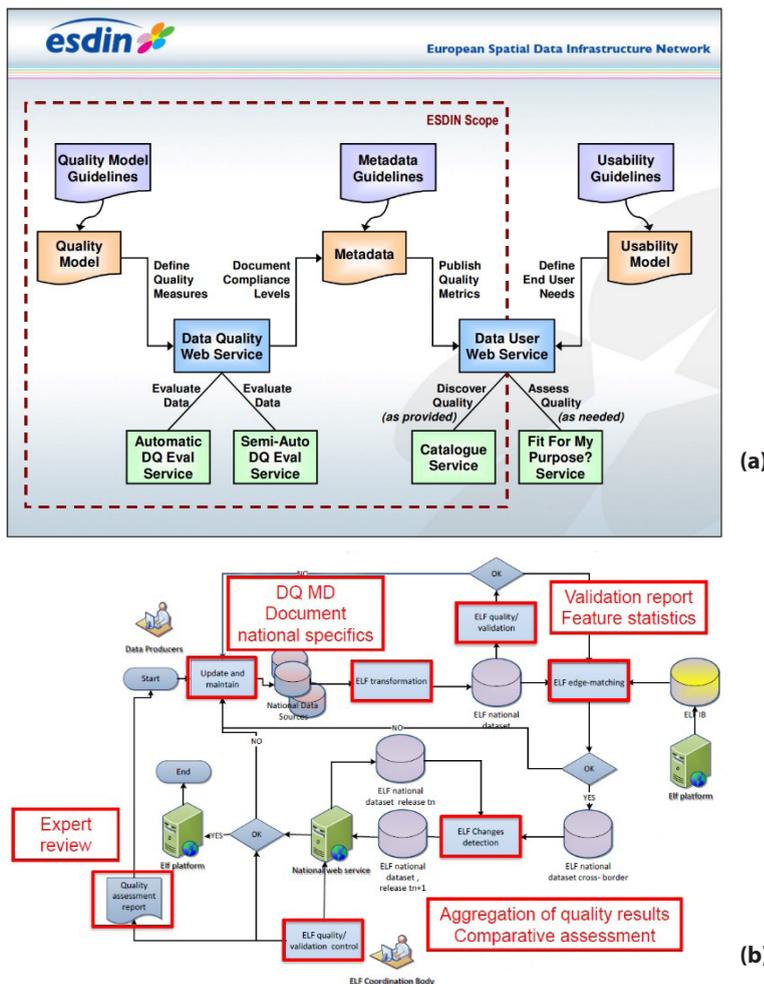


Figura 1. Ejemplo del ELF sobre el control de calidad y los informes de calidad. (a) Esquema del ESDIN (European Spatial Data Infraestructure Network). (b) Esquema del ELF (European Location Framework). Fuente: (a) Jakobsson *et al.* (2013). (b) Hopfstock (2015).

⁴ <https://www.elfproject.eu/>

de informes de calidad y aseguramiento tal y como los describió Hopfstock (2015). El problema es que estos informes de calidad desarrollados dentro del ELF son fundamentalmente de existencia de atributos y de interoperabilidad. Por ello, este tipo de informes tienen un ámbito bastante diferente al de los informes de calidad posicional donde los estándares “de facto” llevan muchos años en aplicación e integrados tanto en las especificaciones de los productos como en los propios procesos de producción.

Desde un punto de vista más parecido a los informes de calidad propuestos en Ariza-López y col. (2019a) se destacan los trabajos de Xavier y col. (2015a y 2015b). En ellos, se realiza una propuesta de creación de un servicio de procesamiento web (WPS) (Open Geospatial Consortium [OGC], 2015) que permite la evaluación de calidad externa usando conjuntos de puntos enlazados para el caso del NSSDA (Xavier *et al.*, 2015a) y para el caso de la Norma UNE 148002 (Asociación Española de Normalización [UNE], 2016) (Xavier *et al.*, 2015b). Como ejemplo mostramos la estructura principal del servicio en la Figura 2.

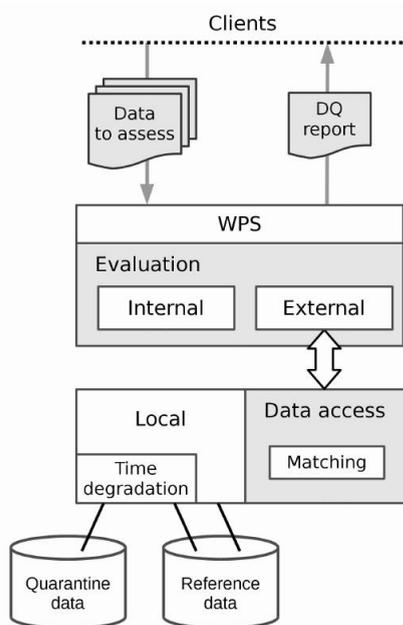


Figura 2. Propuesta de WPS para el control de calidad posicional.

Fuente: Xavier *et al.* (2015a).

Tanto el servicio para el NSSDA (Xavier *et al.*, 2015a) y el de la norma UNE 148002 (Xavier *et al.*, 2015b) disponen de una exportación en formato PDF del proceso (Figura 3) y una exportación XML para facilitar el encadenamiento de la salida WPS dentro de otros procesos.

 Universidad de Jaén Dpto. Ing. Cartográfica, Geodesica y Fotogrametría Grupo de Investigación Ingeniería Cartográfica		Document header
Positional quality report based on UNE 148002		
Assessed dataset		
Layer name:	data/line_test_une1.shp	Information about the datasets received by the service
Geometry type:	lines	
Feature count:	362	
Lot size:	362	
Reference dataset		
Layer name:	data/line_ref_une1.shp	Evaluation procedure section cites the reference documents and some parameters
Geometry type:	lines	
Feature count:	50	
Evaluation procedure		
Measure:	number of positional defectives above a given threshold - Hausdorff distance	Some informations about the sampling
Procedure reference:	UNE 148002. Información geográfica - Control de calidad posicional de datos espaciales (draft)	
Other reference:	ISO 2859-2:1985. Sampling procedures for inspection by attributes - Part 2: Sampling plans indexed by limiting quality (LQ) for isolated lot inspection	
Tolerance:	15.000	
Limiting quality (%):	5.0	
Sampling		
Sample size:	50	Result section indicates whether the test dataset was accepted or rejected
Sample scheme:	The sampling scheme follows the rules defined in the ISO 2859-2 standard.	
Sampling ratio:	The sample covers 3.93% of the tested lot area.	
Result: REJECTED		
Description:	The product is accepted when there are an accepted quantity of positional defectives above a given threshold for the given limiting quality (LQ); rejected otherwise.	
Date-time:	2015-10-20T12:23:51Z	

Figura 3. Ejemplo de informe de evaluación de calidad para UNE 148002.

Fuente: Xavier *et al.* (2015b).

3. Guía para la evaluación de la exactitud posicional de datos espaciales (Ariza-López y col. 2019a)

La guía para la evaluación de la exactitud posicional de datos espaciales elaborada por el IPGH (Ariza-López *et al.*, 2019a) tiene como objetivo “definir y proponer un conjunto de metodologías, procedimientos y normas que puedan ser adoptadas por las instituciones oficiales productoras de cartografía para evaluar la calidad de la Información Geográfica, consiguiendo así homogenizar y estandarizar este importante aspecto de la producción cartográfica dentro de la región”. Por ello, en este documento se relacionan y describen diferentes estándares para el control de calidad posicional y se identifican distintas normas aplicadas en países tanto americanos como europeos basándose en partes de lo desarrollado en Ariza-López *et al.* (2017). El documento describe las directrices de toma de datos de campo para la evaluación de la exactitud posicional, pero fundamentalmente, los procesos desarrollados en gabinete. La propuesta de control de calidad se centra en el esquema mostrado en la Figura 4, que sigue el esquema de la Norma ISO 19157 (ISO, 2013), donde se determina un elemento

de la calidad (en nuestro caso la exactitud posicional) y un ámbito de aplicación. Tras lo cual, se desarrolla la evaluación y se obtiene el resultado que debe ser integrado en un informe.

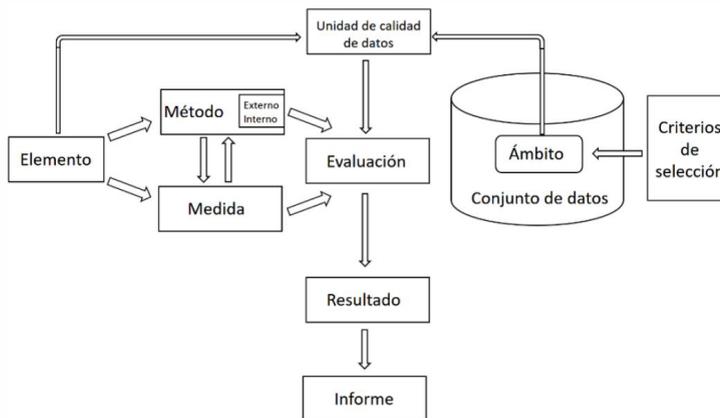


Figura 4. Relaciones y elementos intervinientes en una evaluación de la calidad de datos.
Fuente: Ariza-López *et al.* (2019a).

La guía describe los tres estándares más extendidos en el ámbito de la exactitud posicional, es decir, el NMAS, EMAS y NSSDA, mostrando y definiendo cada uno de los conceptos aplicados y dando ejemplos tanto de la captura de datos en campo como de las muestras a tomar, etc.

Como aspecto fundamental que relaciona la guía con este trabajo se encuentra el informe de calidad independiente, propuesto por la Norma ISO 19157 (2013) y adaptado para el control de calidad posicional. Para ello la guía define una serie de elementos que aparecen en la Figura 5, que se centran en seis aspectos fundamentales:

1. Identificación del producto a evaluar.
2. Identificación de los elementos de calidad y las medidas a aplicar.
3. Descripción de la fuente de mayor exactitud y su información.
4. Comprobación de las hipótesis estadísticas para las muestras utilizadas.
5. Resultados del control de calidad
6. Metacalidad indicando la confianza en el control, la homogeneidad asociada y la representativa del control respecto del producto evaluado.

Sin embargo, para su aplicación práctica, los elementos indicados en la Figura 5, son sólo una idea general que hay que normalizar y adecuar para el desarrollo de una aplicación software o un procedimiento y almacenamiento adecuados. Desde este punto de vista, el GIIC, ha centrado sus esfuerzos en este aspecto para el desarrollo de la aplicación objeto de este documento.

<p>1) Identificación del producto de datos a evaluar Nombre. ID. Productor. Descripción cualitativa. Propósito. Especificaciones. Exactitud de diseño (teórica).</p> <p>2) Elementos que definen el control Elemento de la calidad. Ámbito de calidad. Medidas de la calidad. Niveles de conformidad. Método de evaluación.</p> <p>3) Fuente de mayor exactitud y lista de coordenadas Fuente de referencia. Dimensión. Exactitud de la referencia. Recubrimiento: poblacional, temático, espacial. Interoperabilidad Aspectos relacionados con el método de obtención. Aseguramiento de la aleatoriedad de la muestra.</p>	<p>4) Comprobación de las hipótesis estadísticas de los errores Lista de errores Aleatoriedad. Atípicos. Normalidad. Sesgos. Independencia. Homocedasticidad. Interpretación de las comprobaciones.</p> <p>5) Resultados Lista de errores definitiva (sin atípicos). Parámetros estadísticos básicos. Diagrama circular de distribución de errores X,Y. Diagrama de distribución de errores Z. Histogramas de los errores. Distribución espacial de los errores. Distribución espacial de los atípicos. Asignación del sesgo. Resultados de las medidas y conformidad. Resultados de los MEEP. Interpretación de los resultados.</p> <p>6) Metacalidad de los resultados y procesos Confianza. Homogeneidad. Representatividad.</p> <p>7) Fecha y firma del responsable Fecha. Firma.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figura 5. Esquema de contenidos del informe de calidad posicional
 Fuente: Ariza-López et al. (2019a). Tabla 10.

4. La aplicación iCPos

La aplicación iCPos (acrónimo de informe de Calidad Posicional) desarrollada dentro del GIIC de la Universidad de Jaén (España) consiste en una aplicación web de acceso libre que trata de incluir todos los aspectos indicados en Ariza-López *et al.* (2019a), realizando los cálculos oportunos y creando un informe completo de forma automática para el conjunto de datos de entrada de cada usuario.

Para el desarrollo de la aplicación, tal y como se ha indicado en la sección anterior, ha sido necesario un doble esfuerzo: el primero, la especificación de la estructura lógica del informe; el segundo, el desarrollo de una aplicación web de fácil uso y acceso. Trataremos cada uno de los dos aspectos en las siguientes secciones.

4.1. Diseño de la estructura del informe

Respecto de la estructuración del informe, el trabajo ha consistido en la descripción de los diferentes niveles que desarrollan cada uno de los ítems propuestos en Ariza-López *et al.* (2019a). Desde este punto de vista, el informe se ha detallado con hasta 4 niveles, como se puede ver en el ejemplo de la Figura 6. Cada nivel se ha catalogado y se ha incluido una descripción de su representación, su carácter (Obligatorio, Opcional o Condicional), el tipo de datos al que pertenece y las unidades (en su caso) a las que debe ser adscrito.

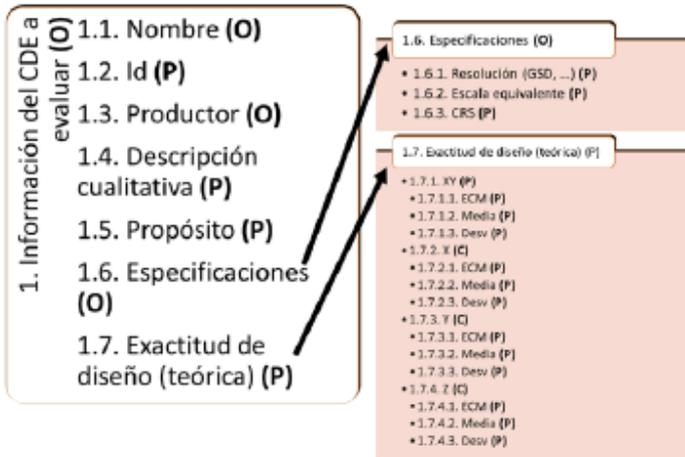


Figura 6. Ejemplo de estructuración realizada para la sección “Información sobre el Conjunto de Datos Espaciales a evaluar”.

Un aspecto fundamental de este proceso de estructuración es la descripción de aquellos elementos multivaluados, es decir, que pueden disponer de diversas entradas como por ejemplo el caso de las medidas de calidad utilizadas en el control posicional aplicado (Figura 7. Elemento 2.3). En este sentido, se ha realizado un esfuerzo por catalogar como listas estas entradas del informe, como es el caso de los elementos de calidad, las medidas de calidad, los ámbitos de la calidad, etc.

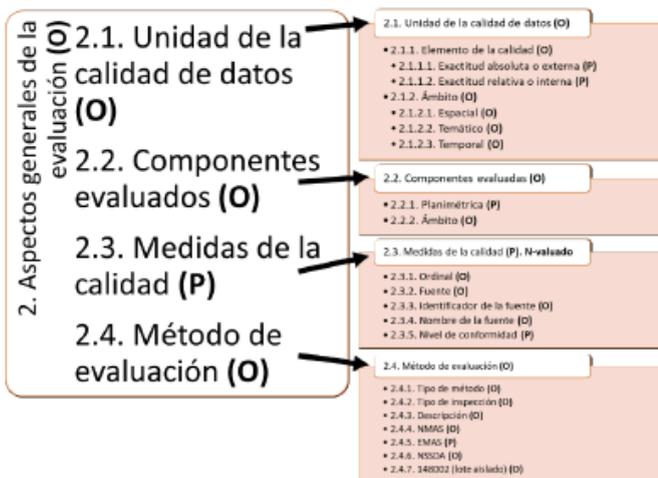


Figura 7. Ejemplo de estructuración realizada para la sección relativa a las medidas de evaluación de la calidad aplicadas.

4.2. Desarrollo de iCPos⁵

Por otra parte, respecto del desarrollo de la aplicación web, si bien, la experiencia mostrada por Xavier *et al.* (2015a y 2015b) permite el desarrollo de un WPS, al estar basados en la librería TerraLib (Câmara y col., 2008), se ha considerado independizar iCPos para su disponibilidad mediante web y simplificando así el acceso al usuario.

La actual aplicación se basa en un desarrollo WSGI (Web Server Gateway Interface) bajo el estándar de Python 3333 (Eby, 2010) que permite la creación rápida y dinámica de aplicaciones web. El modelo sigue el esquema tradicional en tres capas (Figura 8). La aplicación desarrollada en Python hace de software intermedio o middleware para la interacción entre la capa de presentación, la capa de almacenamiento y la de ejecución. La capa de presentación es un navegador (browser) cualquiera. La capa de almacenamiento se confirma como una base de datos con la información de cada informe individualizado y la gestión de usuarios. La capa de ejecución viene dada por el software Cran-R,⁶ especializado en estadística y representación gráfica, que se utiliza para la determinación de los diferentes valores de los estándares, verificar el cumplimiento de las hipótesis estadísticas y la obtención de las representaciones gráficas.

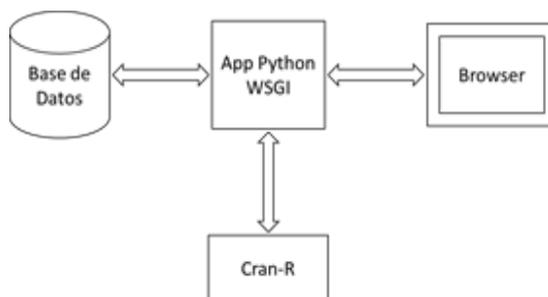


Figura 8. Estructura lógica de la app web iCPos.

El diseño de iCPos se ha realizado para que tanto el almacenamiento de la información como la estructura del informe y de los campos definidos en la propuesta se almacenen como parte de la base de datos, es decir, tanto la lógica de ejecución como los elementos de la presentación, el aspecto del informe e incluso los conjuntos de puntos usados para el control posicional de calidad son almacenados en diferentes tablas. Este procedimiento permite que la aplicación se convierta en un marco donde incorporar no sólo diferentes tipos de informes, o modificaciones a los informes ya realizados, sino también los cálculos desarrollados dentro de la herramienta estadística y la lógica de ejecución. Esto aumenta la flexibilidad para adaptarse a los cambios que puedan

⁵ Versión de prueba para un solo usuario: <http://p097-014.ujaen.es:3164/ICPosBeta>

⁶ <https://cran.r-project.org/>

surgir en el futuro, otorgando la posibilidad de incorporar idiomas diferentes, nuevos estándares o nuevas medidas.

La aplicación web se ha desarrollado con un interfaz sencillo, actualmente se encuentra en versión beta en la dirección: <http://p097-014.ujaen.es:3164/ICPosBeta>. Una vez disponible una versión alpha se redireccionará desde esa URL a la dirección de publicación definitiva. Respecto del interfaz, se ha desarrollado una página web dinámica con la forma de la Figura 9, donde se puede navegar por cada una de las grandes secciones del informe. Además, se incluyen opciones para recuperar, almacenar los cambios o realizar el cálculo cuando desee el usuario. Debajo de las secciones, en una zona con diferente fondo se incluyen todos los atributos a introducir para el informe, junto a los cuales se han creado elementos en rojo, amarillo o verde que identifica si son obligatorios, condicionales u opcionales, respectivamente. Los datos de entrada pueden ser introducidos manualmente, mediante archivos de texto u archivos de hojas de cálculo. En un futuro, está planificada la introducción usando otro tipo de archivos generales de información espacial como los Shapefiles de ESRI.

Informe de evaluación de calidad UNE-148005

Cargar Grabar Borrar Calcular Validar Exportar PDF

1. Información del CDE a evaluar	2. Aspectos generales de la evaluación	3. Fuente de mayor exactitud y coordenadas	4. Comprobación de hipótesis estadísticas	5. Resultados	6. Metacalidad de resultados y procesos	7. Fecha y firma
----------------------------------	----------------------------------------	--------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------	-----------------------------------------	------------------

1.1- Nombre del producto/CDE a evaluar

1.2- Identificador del producto/CDE a evaluar

Figura 9. Ejemplos de resultados test NSSDA.

Una parte importante de la propuesta de informe de Ariza-López y col. (2019a) era la necesidad de comprobar hipótesis estadísticas de los errores. Por este motivo, otro de los aspectos más desarrollados en la aplicación, y que la diferencia de otras herramientas, es la capacidad para aplicar, e incluir en el informe, estos análisis estadísticos para verificar las condiciones que deben cumplir los datos, antes incluso de aplicar las medidas de control de calidad. El conjunto de test estadísticos implementados se muestra en la Tabla 1. De esta forma, la aplicación permite determinar si los errores en los puntos de control cumplen ciertas hipótesis. Además, en el caso de la comprobación de la atipicidad, se deja al usuario la opción de utilizar o no los puntos catalogados como atípicos para el resto de comprobaciones estadísticas y el cálculo de las medidas de calidad seleccionadas.

En la parte de resultados del informe, y en cuanto a los estándares de calidad posicional implementados, tal y como se ha comentado anteriormente, se han incluido el NMAS, EMAS, NSSDA y la Norma UNE 148002. En la Figura 10 puede verse un ejemplo de resultados del NSSDA.

Tabla 1. Conjunto de test estadísticos incluidos en la zapp (en negrita los actualmente disponibles)

<i>Hipótesis estadísticas</i>	<i>Test propuestos</i>
Aleatoriedad	Bartels rank test of randomness Cox Stuart test of randomness Mann-Kendall rank test of randomness
Atipicidad	K-Sigmas
Normalidad	K-Smirnov Lilliefors corrected Shapiro-Wilk Anderson-Darling Cramer-von Mises
Sesgos	t-Student
Independencia	Pearson
Homocedasticidad	Levene's Test Bartlett's Test

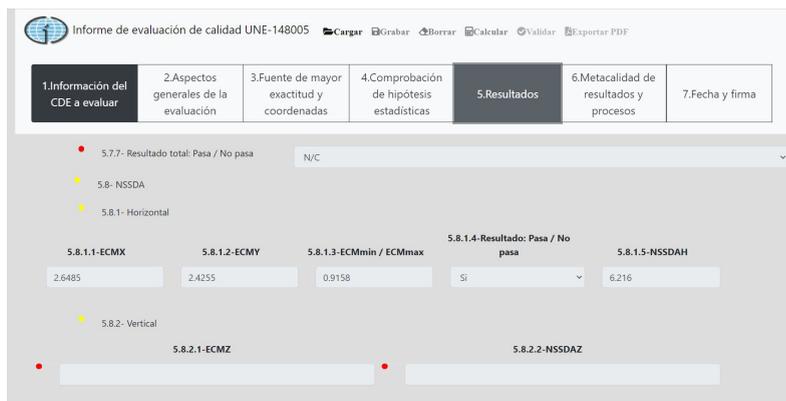


Figura 10. Ejemplos de resultados test NSSDA.

Siguiendo en el apartado de resultados del informe, también destacar que otro valor añadido de la aplicación es su capacidad para elaborar mediante Cran-R diferentes gráficos descriptivos de los errores en los puntos de control (Figura 11) que pueden ser incluidos después en el informe, tal y como se sugiere en Ariza-López *et al.* (2019a). Esta información gráfica permite al usuario detectar la existencia de sistematismos no identificados o la presencia de algún tipo de distribución en los errores, facilitando la toma de decisiones sobre la calidad del producto.

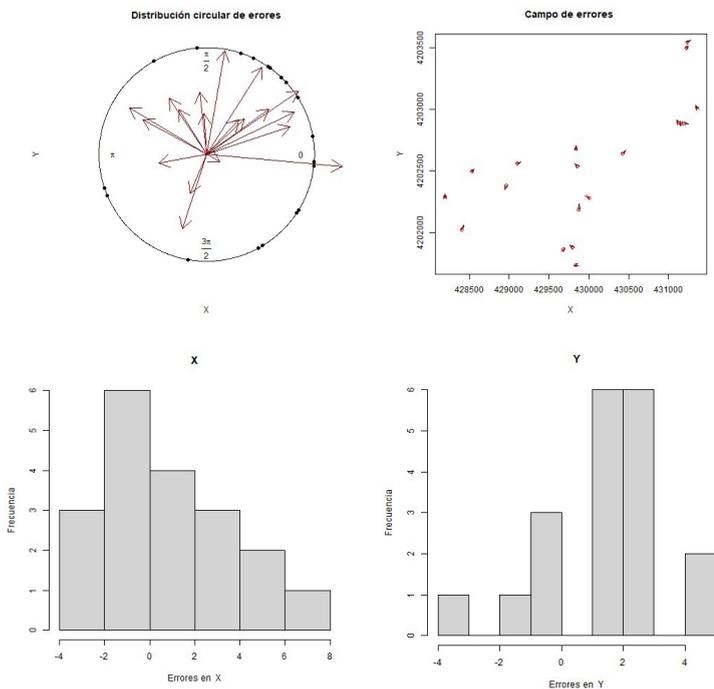


Figura 11. Ejemplo de resultados gráficos de la app para un conjunto de datos de prueba (todas las unidades mostradas en X e Y se encuentran en metros).
Fuente: elaboración propia.

5. Conclusiones

El control de calidad posicional ha sido y sigue siendo una constante en la producción de cartografía y en general de todo tipo de información espacial. No obstante, escaso software público se ha desarrollado para realizar este tipo de controles. Se ha legado su ejecución a cálculos *ad-hoc* o a programas de uso interno dentro de las propias instituciones.

Sí han existido recientes iniciativas, como es el caso del documento número 557 del IPGH, que tratan de unificar criterios y dar una base común para el control posicional. Esto favorece la elaboración de informes estructurados y el conocimiento, por parte de los usuarios, de la calidad de los productos que usan. En línea con el citado documento, se ha desarrollado la aplicación web iCPos, que permite realizar los oportunos cálculos e informes resultantes.

La aplicación final permitirá crear usuarios, gestionar diferentes controles de calidad, aplicar test estadísticos sobre los errores y definir las medidas a utilizar, así como exportar los resultados y mostrar gráficos descriptivos de esos errores. Esto hace que la aplicación tenga unas capacidades adicionales a las de otras herramientas existentes, y a la ejecución *ad-hoc* de los controles de calidad

posicional. La posibilidad de realizar un pre-procesado en los puntos de control para verificar las condiciones que deben cumplir los datos, y la posibilidad de inclusión de este análisis en el informe (la metacalidad) son aspectos novedosos de dicha herramienta.

La aplicación se ofrece en acceso libre aunque el código siga siendo propietario.

Sin embargo, todavía es una aplicación en desarrollo, ya que es importante su integración como servicio WPS, la inclusión de otros estándares de control de calidad posicional, como el propuesto por la ASPRS, o la capacidad de controlar otro tipo de objetos geográficos como los elementos lineales, que implican otro conjunto de medidas asociadas.

Bibliografía

- American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (2015). ASPRS Positional accuracy standards for digital geospatial data. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 81(3), A1-A26. <https://doi.org/10.14358/PERS.81.3.A1-A26>
- Ariza-López, F. J. (2002). *Calidad en la producción cartográfica*. RA-MA, Madrid. ISBN 978-84-7897-524-2.
- Ariza-López, F. J. (2017). "Documento P1.2. Plan para el desarrollo de guías de implementación. Anexo: Guía para el desarrollo de Guías Prácticas". Proyecto de Modernización de la Administración de Tierras en Colombia, Agencia de Implementación. Bogotá.
- Ariza-López, F. J., & Atkinson, A. D. (2008a). Analysis of Some Positional Accuracy Assessment Methodologies. *Surveying Engineering*, 134(2), 404-407. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9453\(2008\)134:2\(45\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9453(2008)134:2(45))
- Ariza-López, F. J., & Atkinson, A. D. (2008b). Variability of NSSDA estimations. *Surveying Engineering*, 134(2), 404-407. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9453\(2008\)134:2\(39\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9453(2008)134:2(39))
- Ariza-López, F. J., Atkinson, A. D., Rodríguez-Avi, J. (2008). Acceptance curves for the positional control of geographic data bases. *Surveying Engineering*, 134(1), 26-32. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9453\(2008\)134:1\(26\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9453(2008)134:1(26))
- Ariza-López, F. J., García-Balboa, J. L., Rodríguez-Avi, J., & Robledo J., (2019a). Guía general para la evaluación de la exactitud posicional de datos espaciales. Proyecto: Propuesta de adopción de metodologías y procedimientos empleados para la evaluación de la calidad de la información geográfica para los Estados Miembros del IPGH (Proyectos Panamericanos de Asistencia Técnica -2018 "Agenda del IPGH 2010-2020"). Montevideo. Publicación Ocasional núm. 557. http://publicaciones.ipgh.org/publicaciones-ocasionales/Guia_Evaluacion_Exactitud_Posicional_Datos_Espaciales.pdf
- Ariza-López, F. J., García-Balboa, J. L., Robledo Ceballos, J., Rodríguez-Avi, J., & Casanova, R. (2019b). Propuesta de una guía para la evaluación de la exactitud posicional de datos espaciales. *Revista Cartográfica*, 100, 61-79. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i100.647>
- Ariza-López, F. J., & Rodríguez-Avi, J. (2014). A statistical model inspired by the National Map Accuracy Standard. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 80(3), 271-281. <https://doi.org/10.14358/PERS.80.3.271>

- Ariza-López, F. J., Xavier, E., Chicaiza, E. G., & Buenaño, X. (2017). Métodos de evaluación de la calidad posicional en Hispanoamérica: análisis de la situación. *Revista Cartográfica*, 94, 65-88. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i94.342>
- American Society of Civil Engineers (1983). *Map Uses, scales and accuracies for engineering and associated purposes*. American Society of Civil Engineers, Committee on Cartographic Surveying, Surveying and Mapping Division, New York, USA. ISBN 978-0-87262-379-8
- Asociación Española de Normalización (2016). UNE 148002:2016. *Metodología de evaluación de la exactitud posicional de la información geográfica*. Asociación Española de Normalización, UNE. Recuperado de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0056655>
- Câmara, G., Vinhas, L., Ferreira, K., Queiroz, G.; Souza, R., Monteiro, A., Tilio, M., Casanova, M., & Freitas, U. (2008). *TerraLib: An Open Source GIS Library for Large-Scale Environmental and Socio-Economic Applications*. https://doi.org/10.1007/978-3-540-74831-1_12
- Centro de Estudios e Investigación en Salud (2014). *Guía Metodológica para la elaboración de Guías de Práctica Clínica con Evaluación Económica en el Sistema General de Seguridad Social en Salud Colombiano*. Centro de Estudios e Investigación en Salud, Fundación Santa Fe de Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://www.iets.org.co/DocTecnicos/FrmPublicacion.aspx?idarticulo=62>
- Congalton, R. G. & Green, K. (2009). *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*. 2nd Edition, Lewis Publishers, Boca Raton. ISBN 978-1420055122
- Eby, P.J. (2010). PEP 3333 -Python Web Server Gateway Interface v1.0.1. The Python Software Foundation. Recuperado de <https://www.python.org/dev/peps/pep-3333/>
- Federal Geographic Data Committee (1998). Geospatial Positioning Accuracy Standards - Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy. Federal Geographic Data Committee, Reston, Virginia. Recuperado de <https://www.fgdc.gov/standards/projects/accuracy/part3>
- Hopfstock, A. (2015). ELF Data Quality Reporting Process. *International Workshop on Spatial Data Quality*. EuroGeographics. Valetta (Malta), January 20th -21th. Recuperado de https://eurogeographics.org/wp-content/uploads/2018/05/SDMQ2015-Anja_DataQuality.pdf
- Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) (1978). *Especificaciones para mapas topográficos*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Ed).
- International Organization for Standardization (2003). ISO 19115:2003 Geographic information -Metadata. International Organization for Standardization.
- International Organization for Standardization (2013). ISO 19157:2013 Geographic information -Data quality. International Organization for Standardization.
- Jakobsson, A., Hopfstock, A., Beare, M., & Patrucco, R. (2013). Quality Management of Reference Geoinformation. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. XL-2/W1. 127-132. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-2-W1-127-2013>
- Minnesota Planning Land Management Information Center (1999). "Positional Accuracy Handbook: Using the National Standard for Spatial Data Accuracy to measure and report geographic data quality". Minnesota Planning Land Management Information Center, St. Paul Recuperado de https://www.mngeo.state.mn.us/pdf/1999/lmic/nssda_o.pdf

- Naciones Unidas (2013). Visión del Marco normativo de las Américas. Naciones Unidas. Comité Permanente para la Infraestructura de Datos Geospaciales de las Américas (CP-IDEA). Grupo de Trabajo de Normas y Especificaciones Técnicas del CP-IDEA (GTnet). Río de Janeiro. Recuperado de https://unstats.un.org/unsd/geoinfo/RCC/docs/rcca10/E%20Conf_103_15_CPIDEA_MarcoNormativo_ESP_final.pdf
- Open Geospatial Consortium (2015). *OGC WPS 2.0.2 Interface Standard Corrigendum 2. Open Geospatial Consortium Standard*. <http://docs.opengeospatial.org/is/14-065/14-065.html>
- Poggioli, D. (2010). *Spatial data quality in SDI environment: Assessing and reporting the positional accuracy element*. LAP Lambert Academic Publishing. ISBN 978-3838376677.
- Tveite, H. (2020). The QGIS BOS Plugin. Recuperado de <http://plugins.qgis.org/plugins/BOS/>.
- U.S. Bureau of the Budget (1947). *United States National Map Accuracy Standards*. U.S. Bureau of the Budget. Washington, USA.
- Xavier, E., Ariza-López, F., & Ureña-Cámara, M. (2015a). Web Service for Positional Quality Assessment: the WPS tier. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. II-3/W5. 257-262. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-3-W5-257-2015>
- Xavier, E., Ariza-López, F., & Ureña-Cámara, M. (2015b). WPS for positional quality control applying the method proposed in UNE 148002. VI Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/316941035_WPS_for_positional_quality_control_applying_the_method_proposed_in_UNE_148002