



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Programa de Infraestructura del Transporte
Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional

INFORME DE SEGUIMIENTO
EIC-Lanamme-INF-0545-2023

**Evaluación con el escáner láser del fondo de la pileta
de ensayos del iMares, UCR**

San José, Costa Rica

Mayo, 2023



Documento generado con base en el Artículo 6, inciso c) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capítulo II, Artículo 14 del Reglamento del Artículo 6 de la precitada ley, publicada mediante Decreto DE-37016-MOPT.



1. Informe EIC-Lanamme-INF-0545-2023		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Evaluación con el escáner láser del fon de la pileta de ensayos del iMares, UCR		4. Fecha del Informe 2/5/2023
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
6. Notas complementarias:		
7. Resumen Con base en la nota <i>OSG-SMC-52-2023</i> del 24 de enero del presente año, la Sección de Mantenimiento y Construcción de la Oficina de Servicios Generales de la Universidad de Costa Rica, solicita nuevamente al LanammeUCR apoyo para llevar un control de la planicidad del fondo de la pileta de ensayos marítimos, la cual se encuentra en el Laboratorio de la Unidad Marítima de Ríos y Estuarios iMares. Esta pileta está construida en concreto, y su fondo debe cumplir específicos de pisos súper planos, esto debido a la naturaleza de los ensayos que en dicho laboratorio se realizan. Este informe brinda los resultados de dicha evaluación, los cuales dan seguimiento al informe LM-PI-UGERVN-7-2021, cuando se realizó la primera evaluación con el escáner láser de dicha estructura.		
8. Palabras clave Evaluación, losas de concreto hidráulico, pavimento rígido, Limonal	9. Nivel de seguridad: N/A	10. Núm. de páginas 11
11. Preparado por: Ing. José Francisco Garro, M.Sc. Geógrafo, PMP® UGERVN		



«Informe técnico»
Página 3

12. Revisado por:

Ing. Roy Barrantes Jiménez,
M.Sc., PMP®
Coordinador UGERVN

13. Aprobado por:

Ing. Ana Luisa Elizondo, M.Sc.
Coordinadora General, PITRA



«Informe técnico»
Página 4

ÍNDICE

1. <i>Introducción y Antecedentes</i>	5
2. Metodología de Levantamiento	6
3. Procesamiento de los Datos, Resultados Obtenidos	7
4. Conclusiones	11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Modelo de fondo de la pileta del iMares, año 2021</i>	5
Figura 2 <i>Modelo digital de elevaciones del fondo de la pileta, año 2021</i>	6
Figura 3 <i>Escáner láser utilizado para el levantamiento</i>	7
Figura 4 <i>Modelo de nube de puntos obtenido</i>	8
Figura 5 <i>Modelo de nube de puntos obtenido</i>	8
Figura 6 <i>Modelo de diferencias de alturas obtenido</i>	9
Figura 7 <i>Representación gráfica de la distribución de alturas para los modelos de los años 2021 y 2023</i>	10



1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Mediante la nota *OSG-SMC-293-2021* de fecha 11 de marzo del 2021, la Sección de Mantenimiento y Construcción de la Oficina de Servicios Generales de la UCR solicitó al *LanammeUCR* apoyo para la determinación de la planicidad del fondo de la pileta de ensayos marítimos, la cual se encuentra en el Laboratorio de la Unidad Marítima de Ríos y Estuarios iMares. Esta pileta está construida en concreto y su fondo debe cumplir con parámetros muy específicos de pisos súper planos, esto debido a la naturaleza de los ensayos que en dicho laboratorio se realizan.

Se asignó este proyecto a la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional *UGERVN*, debido a que esta unidad posee el equipo escáner láser,. Éste es una estación líder terrestre, que con las metodologías desarrolladas por la *UGERVN* permite obtener modelos de nubes de puntos con precisión sub milimétrica.

El 29 de abril de dicho año, se realizó el escaneo en la pileta; el modelo obtenido presenta una precisión media de 1,0 mm, con un error máximo de 1,1 mm. Se extrajo el fondo de la pileta, la cual se muestra en la Figura 1.

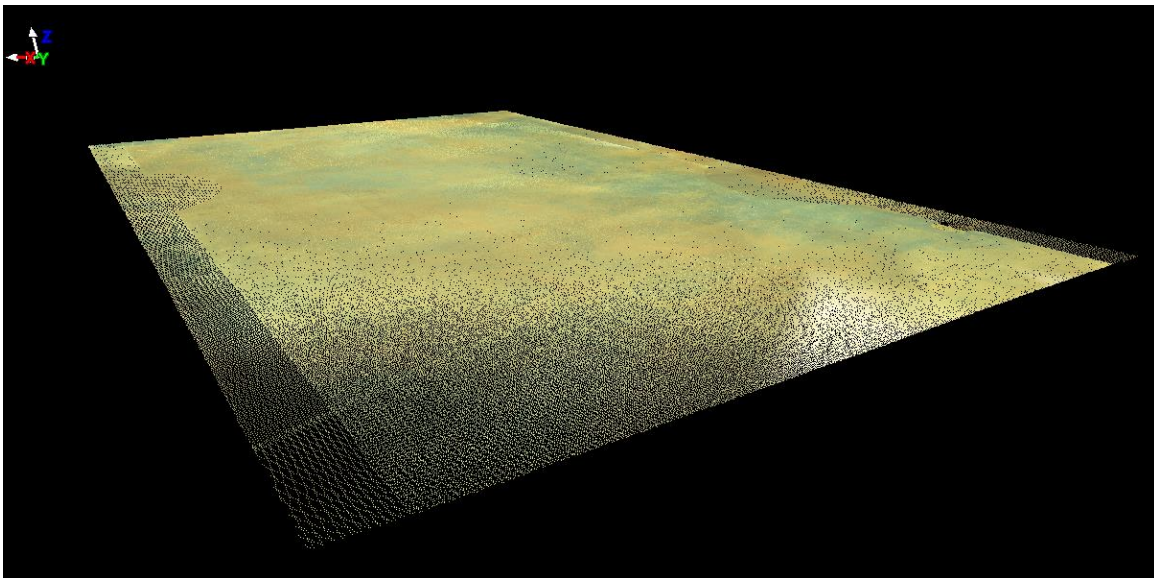


Figura 1 Modelo obtenido del fondo de la pileta del iMares, para el año 2021.

Este modelo de nube de puntos, fue exportado al SIG *ArcGIS* para su post procesamiento. Tomando el punto más bajo en elevación como nivel base, se obtuvieron diferencias de elevaciones de hasta 25,6 mm, las cuales se muestran en la Figura 2.

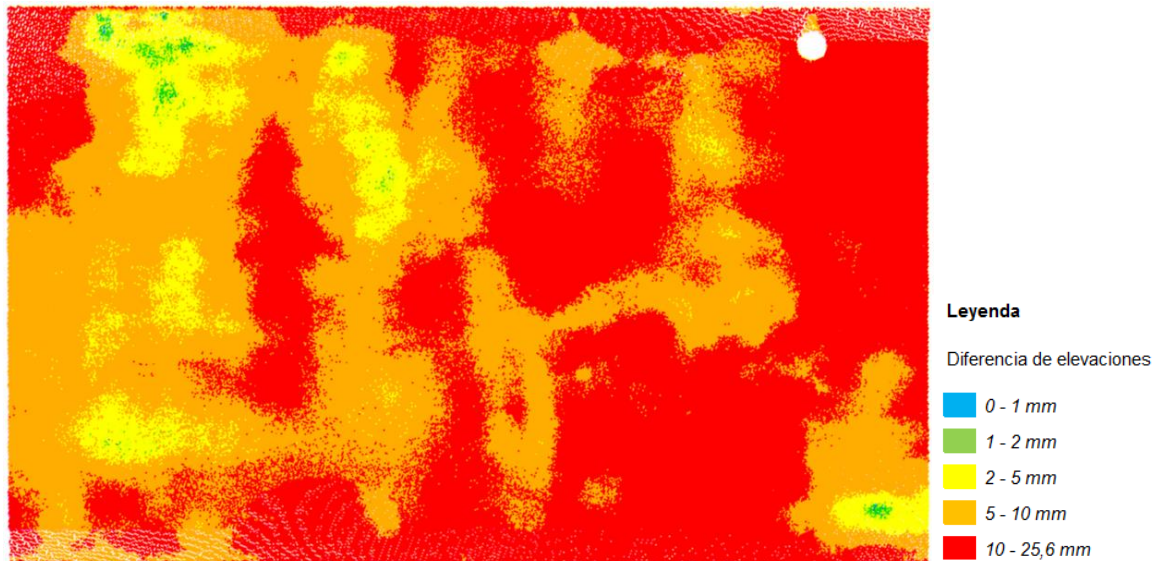


Figura 2 Modelo digital de elevaciones obtenido para el fondo de la pileta del iMares, para el año 2021.

Estas diferencias de elevaciones coincidieron con el patrón de empozamiento de las aguas cuando dicha pileta era vaciada, esto es acorde con las imágenes facilitadas por los encargados de dicha entidad.

Para darle seguimiento al estado de dicha pileta, mediante la nota OSG-SMC-52-2023 del 24 de enero del presente año, se le solicita nuevamente al LanammeUCR realizar un nuevo escaneo. Este informe muestra los resultados del estudio realizado, así como la comparación con el modelo obtenido en el año 2021.

2. METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO

Debido a la agenda de ensayos que tiene el iMares, se define la fecha del 29 de marzo del presente año, como el día para realizar el levantamiento, dado que es de las pocas oportunidades donde la pileta se encuentra vacía. Al momento de la visita, sobre la pileta se encuentra una escalinata, que bloquea parcialmente la vista desde los lados, por lo que se decide utilizar 4 sitios de escaneo, los que posteriormente se unirán en la etapa de procesamiento de los datos (Figura 3).



Figura 3 Escáner Leica C10 utilizado en este estudio. Nótese la presencia de una escalinata sobre la pileta.

Para unir las nubes de puntos, se utilizan 4 objetivos redondos de 6 pulgadas, ubicados estratégicamente alrededor de la pileta. El equipo es nivelado en cada estación para lo cual se utiliza la configuración *normal*, tal y como se hizo en el año 2021; es decir velocidad media de obtención de puntos y resolución alta de la cámara digital. Dado las distancias involucradas, con esta configuración se pueden obtener nubes de puntos de muy alta densidad. El levantamiento estuvo a cargo del Ing. José Francisco Garro.

Al momento de la visita, el fondo de la pileta se encuentra muy similar a como se encontraba en el año 2021, excepto por una cuadrícula pintada en el fondo, tal y como se observa en la Figura 3.

3. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS, RESULTADOS OBTENIDOS

Los datos fueron descargados de la unidad y procesados en el software Cyclone versión 8.0, donde las nubes de puntos fueron unidas para formar un modelo completo. El error medio de ubicación reportado por este programa es de 1,0 mm, con un error máximo de 1,3 mm. En las Figuras 4 y 5 se muestran la nube de puntos obtenida.

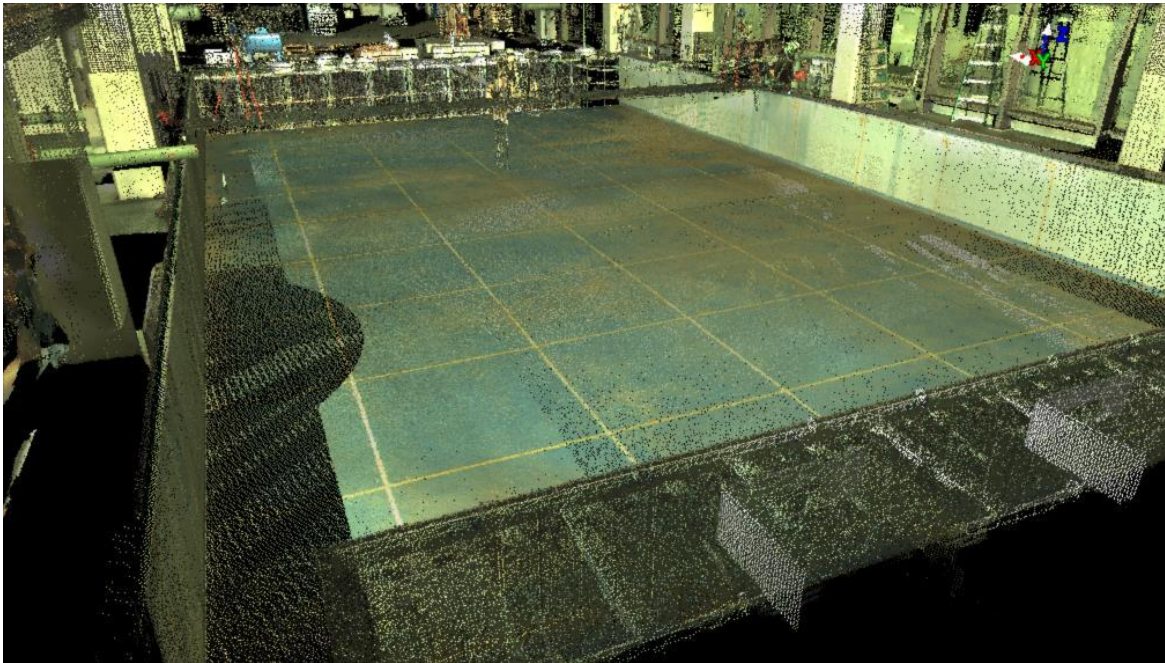


Figura 4 Modelo de nube de puntos obtenido, pileta del iMares.

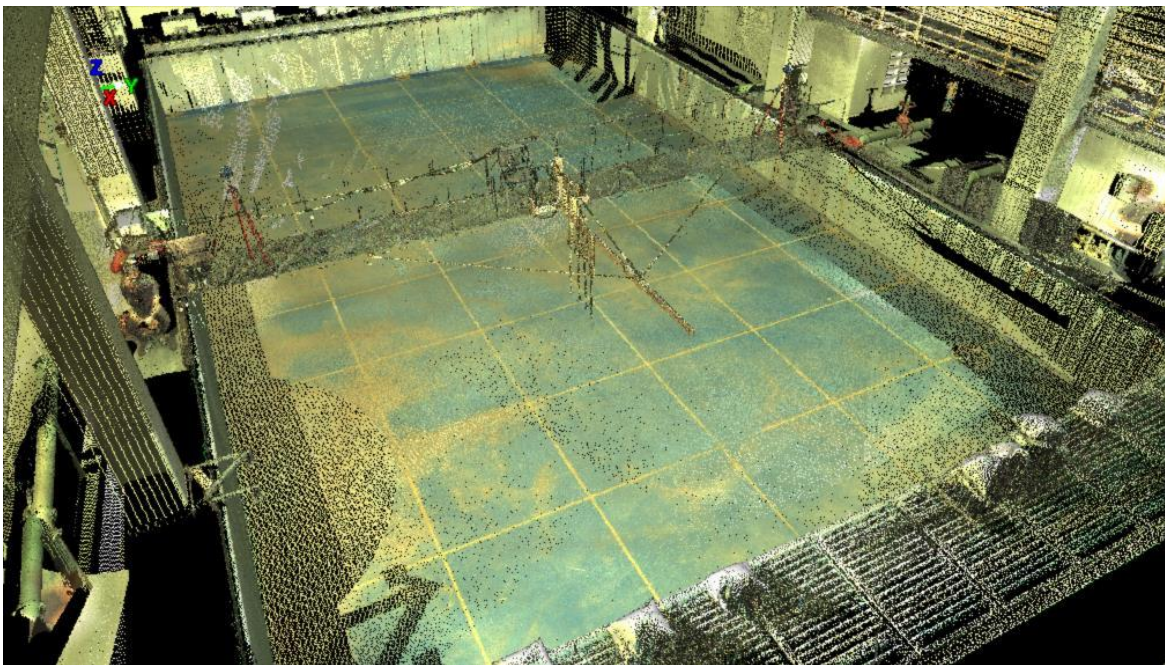


Figura 5 Modelo de nube de puntos obtenido, pileta del iMares.



«Informe técnico»
Página 9

A partir del modelo “completo”, se extrajeron los puntos correspondientes al fondo de la pileta, para su posterior procesamiento en el SIG *ArcGIS*. El archivo creado contiene más de 2,7 millones de puntos.

Después de una limpieza de *puntos extremos* (conocidos como “outlayers”¹), se tomó el punto más bajo del modelo como nivel base, desde donde se calcularon las diferencias de alturas de la totalidad de puntos. Estas diferencias fueron agrupadas en rangos para facilitar su visualización, el resultado se muestra en la Figura 6.

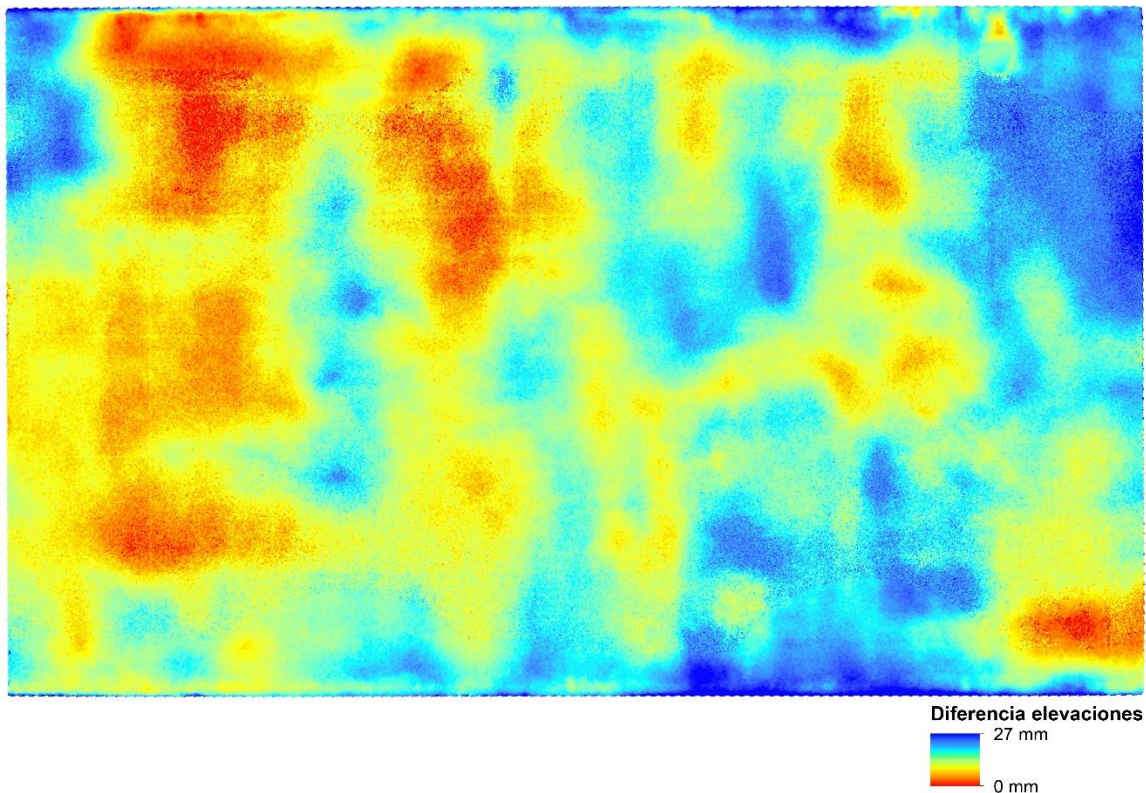


Figura 6 Modelo obtenido con las diferencias de altura, para el fondo de la pileta.

¹ Los puntos extremos o *outlayers* que aparecen en un modelo de este tipo, corresponden a puntos aislados con alturas muy distintas a los puntos vecinos, esto debido a factores como suciedad en los lentes de las cámaras del escáner, presencia de partículas suspendidas en el ambiente del sitio donde se esté escaneando, existencia de materiales con características refractarias particulares que “engañan” el sensor, presencia de humedad en el objeto escaneado, entre otras razones. Para el modelo obtenido para este informe, se eliminaron un total de 3.000 puntos extremos, los cuales se encontraban distribuidos aleatoriamente entre los 2,7 millones de puntos.



Con base en la figura anterior, se obtiene un resultado muy similar al del 2021 una vez analizada la distribución estadística de las alturas para ambos modelos (ver Figura 7). Dado que las diferencias de alturas superan ampliamente el error intrínseco del modelo obtenido, se puede afirmar que éste último es una representación bastante exacta del sitio.

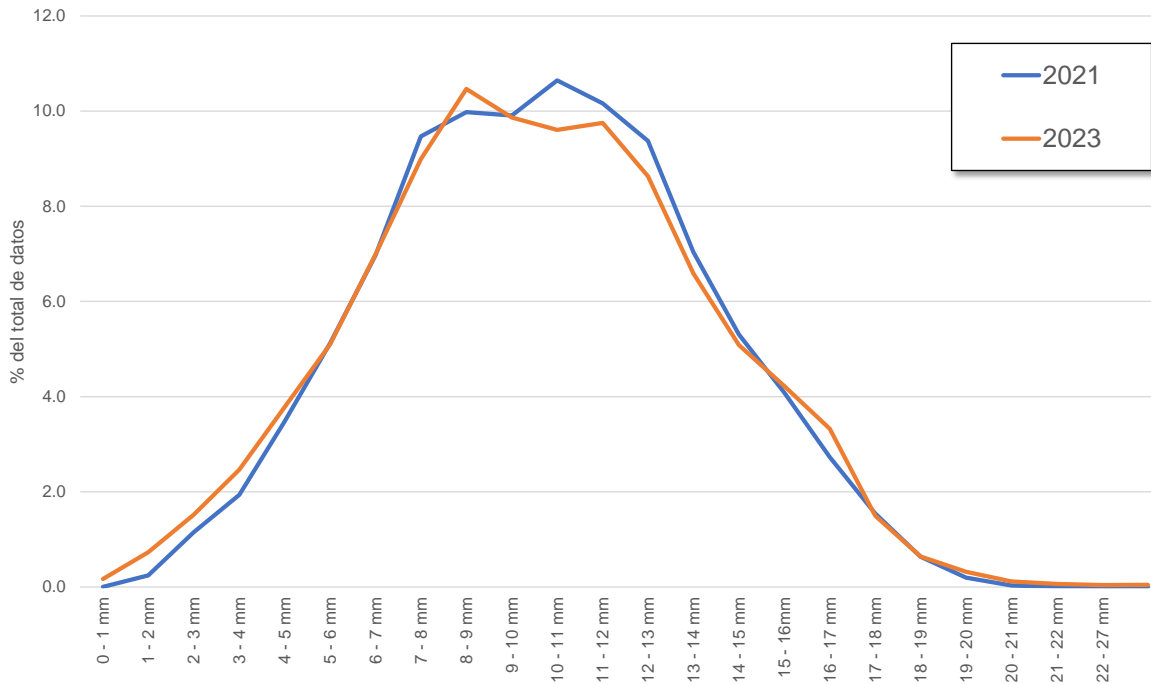


Figura 7 Representación gráfica de la distribución de diferencias de alturas obtenidas para los modelos de los años 2021 y 2023, respectivamente.

Cabe indicar que donde se encontraron las mayores diferencias de alturas con respecto al nivel base (en el rango de los 21 a 27 mm), corresponden con zonas donde se notó una acumulación de sedimentos, i.e. zonas sucias hacia los extremos en el fondo de la pileta (zonas de color azul oscuro en la Figura 6). Por último, al igual que se hizo en su momento con el análisis del modelo obtenido en el año 2021, se eliminó de este análisis el área que ocupa el sistema de drenaje de la pileta, que al momento del escaneo, se encontraba con una tapa metálica, esto para evitar obtener diferencias mayores a las reales para el fondo de la pileta.

4. CONCLUSIONES



«Informe técnico»
Página 11

Con base en el estudio realizado en el año 2023, se concluye que el fondo la pileta de ensayos del Laboratorio de la Unidad Marítima de Ríos y Estuarios *iMares* presenta diferencias poco significativas en relación con lo encontrado en el informe y levantamiento realizados en el año 2021. Esto significa que las diferencias de altura rondan hasta los 27 mm, con zonas donde el cambio es relativamente marcado en longitudes cortas.

Los datos obtenidos, tanto de la nube de puntos original y post procesada, así como las tablas de datos derivadas de estas nubes, están a disposición para su consulta y estudio detallado.