

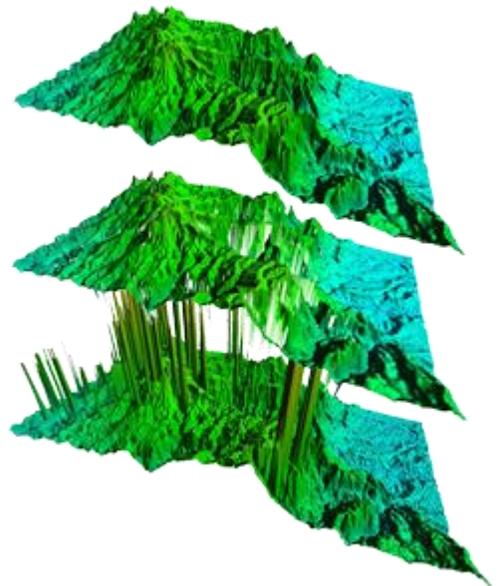


Resumen Técnico

El Modelo Digital de Superficie NEXTMap[®] World 30

Intermap Technologies, Inc.[®]
8310 South Valley Highway, Suite 400
Englewood, CO 80112

v012813



El Modelo Digital de Superficie (MDS) NEXTMap World 30 de Intermap es un modelo de datos fusionados que utilizan datos públicos corregidos como fuente de entrada.

Resumen

El Modelo Digital de Superficie NEXTMap World 30 de Intermap brinda los mejores datos disponibles de elevación de superficie sin problemas con una distancia de muestreo de terreno de 30 metros (GSD) que cubre toda la masa de tierra en todo el planeta.

El Modelo Digital de Superficie NEXTMap World 30 es una combinación de la misión topográfica de radar a bordo del transbordador (SRTM) de 90 metros, ASTER Global DEM v2 de 30 metros, y datos GTOPO-30 de 1 kilómetro, los cuales han sido controlados por tierra utilizando datos LiDAR de la recolección de datos ICESat de la NASA. En base a pruebas internas con los conjuntos de datos LiDAR transportados por el aire, consideramos que los datos de ICESat, cuando se restringen a un terreno llano no obstruido, tienen una exactitud de 25 centímetros.

Intermap aplica un algoritmo patentado para medir conjuntos de datos fusionados en nuestro Modelo Digital de Superficie World 30. Nuestro alcance incluye una secuencia de pasos designados para optimizar la integridad vertical y espacial del producto final. Nosotros pre-condicionamos los datos con la aplicación de una corrección vertical variable compleja. La fusión de datos es realizada con un esquema de ponderación complejo diseñado para conservar datos de mayor valor. Una combinación no lineal pasa entonces por la línea de separación entre los conjuntos de datos para asegurar un resultado bueno y continuo. Todo esto nos lleva a un producto que está específicamente diseñado para generar, en nuestra opinión, el mejor Modelo de Elevación Digital "World DEM" disponible hoy en día.

	<i>SRTM3 v2.1</i>	<i>ASTER v2.0</i>	<i>GTOPO30</i>
Tipo DEM	MDS	MDS	MDS
Formato de Archivo	HGT de 16 bits con signos	GeoTIFF de 16 bits con signos	DEM/HDR de 16 bits con signos
Proyección	Geográfica	Geográfica	Geográfica
Datum Horizontal	WGS84	WGS84	WGS84
Datum Vertical	WGS84	WGS84	WGS84
Geoide	EGM96	EGM96	EGM96
Tamaño del mosaico	1°x1°	1°x1°	50°x40° 30°x60° para Antártica
Paso de muestreo	3"	1"	30"
Cobertura	<=60°N & >=56°S	<=83°N & >=83°S	A nivel mundial
Valor nulo	-32768	-9999	-9999
Precisión Vertical LE95	14m	20m	Variable
Precisión Horizontal CE95	10m	30m	Variable



Entradas

Los conjuntos de datos de entrada DEM para producir el Modelo de Elevación Digital DEM World 30 junto con sus especificaciones (según se descargaron) son descritos en la siguiente tabla.

SRTM90 v2.1

Recolección de datos MDS, IFSAR (Radar de Apertura Sintética interferométrico) con paso de 90 metros, fue llevada a cabo en febrero de 2000. Los datos se extendieron desde 60 grados al norte a 56 grados al sur y tienen una precisión vertical de 14 metros LE95. Los problemas conocidos incluyen niveles variables de precisión vertical y número importantes de vacíos de datos.

ASTER 30 v2.0

Datos MDS con paso de 30 metros, la expansión de recolección satelital óptica

desde el año 1999 al 2007. Los datos se extienden desde 83 grados al norte a 83 grados al sur, y tiene una precisión vertical de 20 metros LE95. Los problemas conocidos incluyen una precisión vertical escasa, vacíos de datos y errores pico.

ICESat

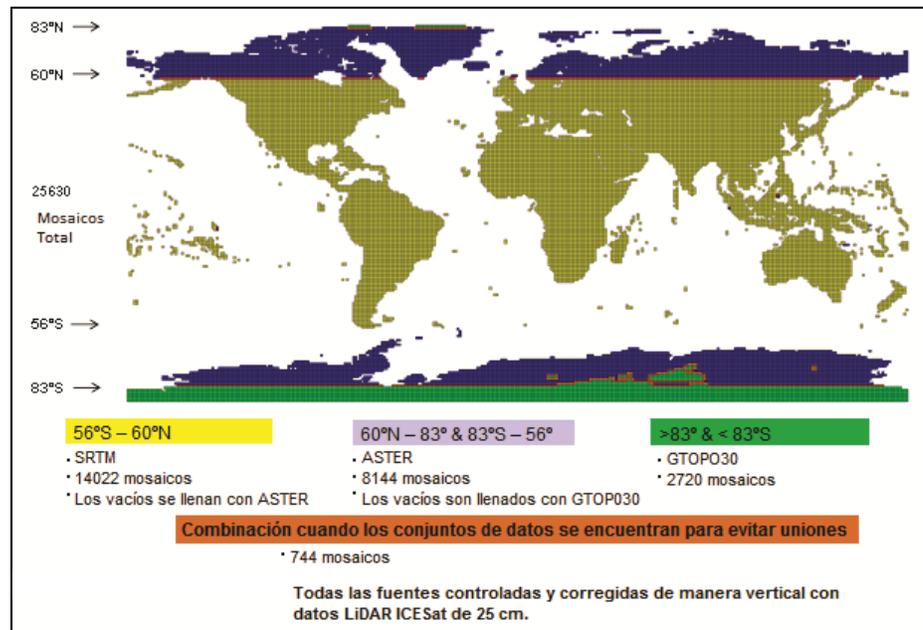
Puntos LiDAR desde un Satélite Sistema Altimetro Láser de Geociencia (GLAS). La recolección abarcó desde el año 2003 al 2010 y fue llevada a cabo como un pulso nadiral directo recolectada en una trayectoria orbital polar. Los problemas conocidos incluyen elevaciones verticales no confiables debido a los retornos de nubes y anomalías.

GTOPO30

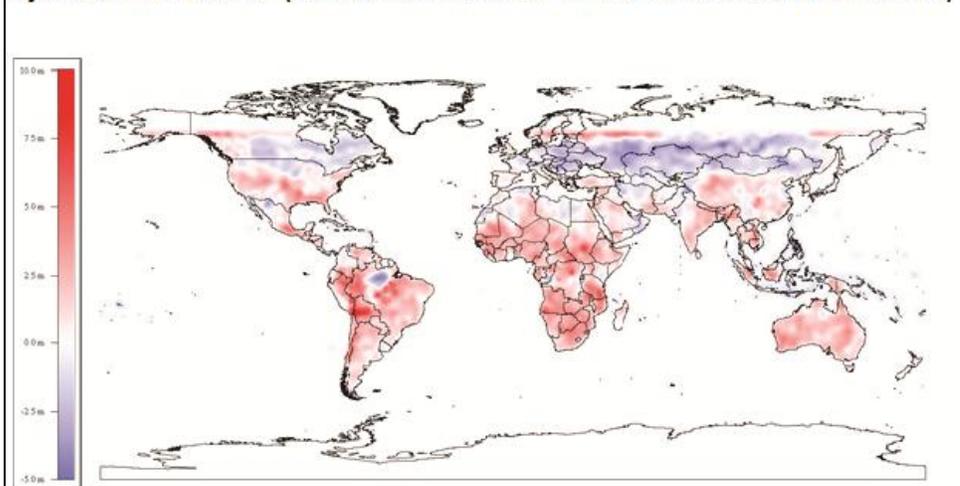
Datos MDS con paso de 1000 metros, que se derivada de 8 fuentes de vector tipo raster del Servicio de Prospección Geológica de los Estados Unidos (USGS) en 1996. El MDS es conocido para excluir las líneas de cresta y valles debido a una resolución burda.

Proceso

El Modelo Digital de Superficie NEXTMap World 30 está compuesto principalmente por SRTM v2.1. Para mejorar los datos SRTM, Intermap mejoró su precisión vertical, rellenó todos los vacíos y realizó el sobremuestreo de la resolución. Para mejorar la



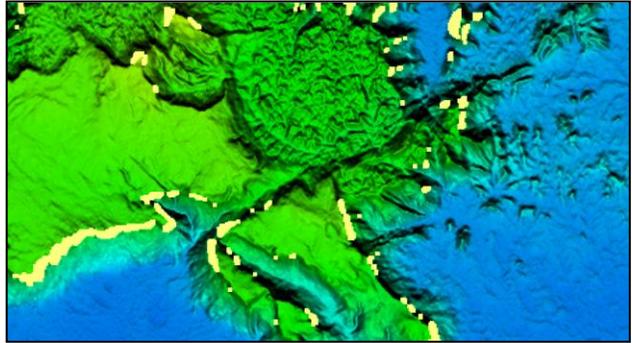
Ajuste SRTM – ICESAT (Derivado de más de 87 millones de GCPs a nivel mundial)



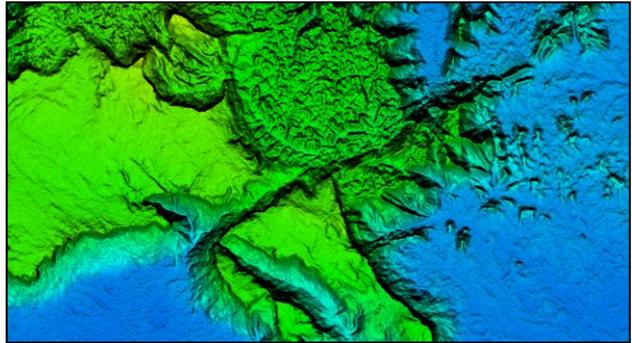
precisión vertical, Intermap primero ejecutó un proceso de filtro patentado en los puntos ICESat LiDAR para retirar todas las anomalías no basadas en tierra. Los datos ICESat resultantes tenían una cobertura densa global y una raíz cuadrada del error cuadrático (RMSE) de 25 cm, apropiado para ser utilizado como un conjunto de datos de control en tierra. Con ICESat como configuración de control, Intermap construyó un modelo de corrección para la superficie SRTM y aplicó la corrección a los valores z del MDS.

El modelo MDS corregido resultante tenía variaciones verticales desde -5 a +10 metros y el error medio fue mejorado en 4 metros. Estos ajustes al modelo de superficie fueron realizados sin comprometer las ediciones del agua. Se realizó el sobremuestreo de la salida final a un poste de 30 metros utilizando una interpolación bicúbica.

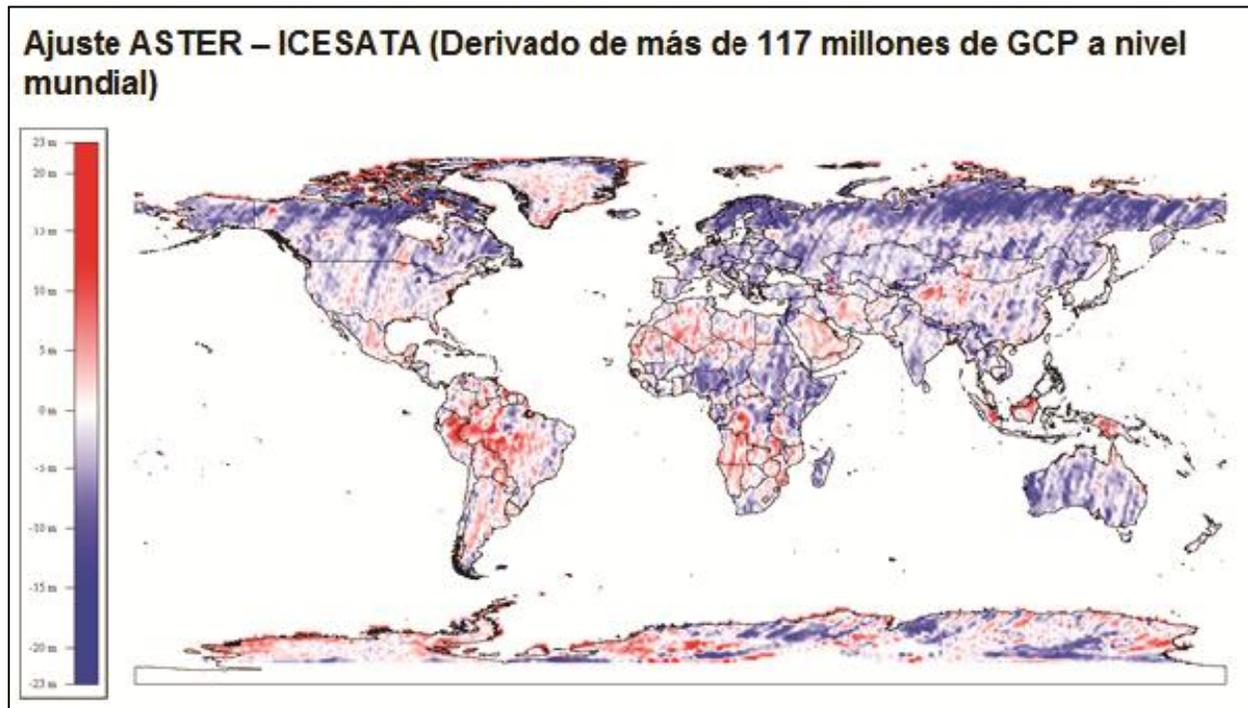
Con una precisión vertical mejorada del MDS completo, Intermap se enfocó entonces en rellenar los vacíos de la izquierda en el modelo del terreno del SRTM. Utilizar ASTER 30 como la fuente de datos adicionales, Intermap utilizó su proceso de fusión patentado para ajustar los valores verticales y realizar una inclinación más llana de los datos para cada pieza de llenado de datos ASTER. El resultado fue un conjunto de datos con vacíos llenados constante donde el ASTER llenado se empareja con todos los bordes del modelo de superficie máster. Si se detectase cualquier anomalía en el ASTER de entrada, serán retiradas antes de ser agregadas a World 30 MSD. En algunos casos donde SRTM y ASTER tengan



Producto SRTM 90m v2.1 - Resolución gruesa, evita las áreas inclinadas



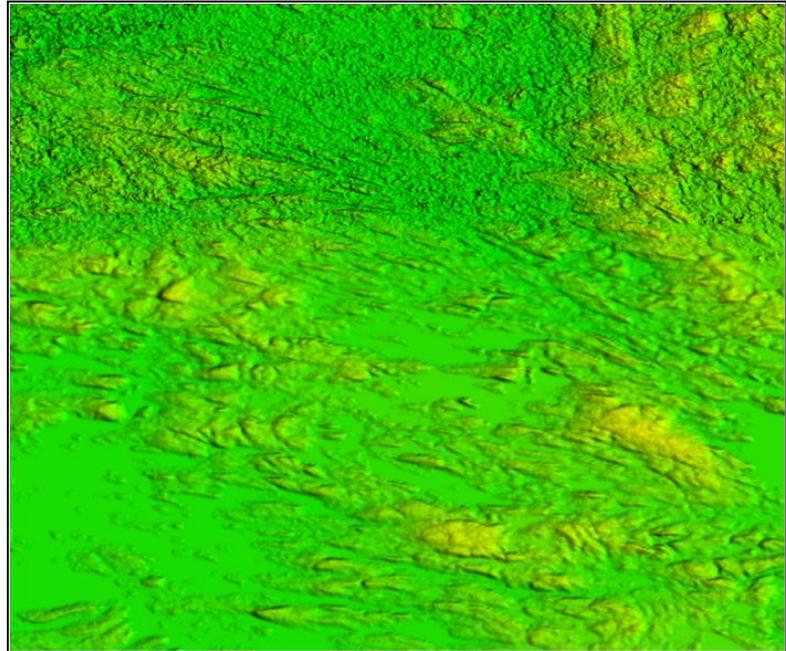
Producto NEXTMap World 30m MDS - Sin picos, resolución moderada y sin vacíos



vacíos sobre la misma geografía, GTOPO 30 se utilizará como datos adicionales.

El componente final construido de World 30 fue la adición de los modelos ASER Y GTOPO 30 a las latitudes norteñas y sureñas que permiten una cobertura global total. Así como la superficie SRTM fue corregida utilizando los puntos de control ICESat llenados, también lo fue el modelo de superficie ASTER.

La corrección del modelo de superficie ASTER fue significativamente más amplia que la corrección SRTM y dio como resultado ajustes en el valor z que iban desde -23 metros a +23 metros. Con los Datos ASTER corregidos verticalmente, pudo ser fusionado con el modelo World 30 a 60 grados de latitud norte, cubriendo hasta 89 grados de latitud norte. El último grado 1 de datos polares fue cubierto utilizando los datos GTOPO30 sobremuestreados a un poste de



La combinación se realizó en más de 200 postes (~6 km) con el fin de minimizar la transición tanto como sea posible.

30 metros. Los conjuntos de datos intersectados tenían valores verticales similares en las líneas de intersección, ya que ambos fueron corregidos utilizando el mismo conjunto de control en tierra. Pero debido a las diferencias de detalle de texturas de los postes nativos del MDS variables, era importante combinar los datos utilizando una técnica de suavización que se extendía a 200 kilómetros en los conjuntos de datos existentes.

Para las latitudes sureñas, se utilizó el mismo proceso de corrección y combinación que involucraba ASTER y GTOPO30. De esta manera, el conjunto de datos resultantes se extendió de polo a polo.

Validación y Ediciones

Los datos de World 30 fueron validados utilizando comparaciones de elevación automatizadas para verificar que no se detecte ninguna diferencia resaltante. Los datos también estuvieron sujetos a un proceso de identificación de inclinación que marcaron todas las áreas que contenían pendientes de más de 80 grados. Las áreas que se identificaron con pendientes altas fueron editadas de manera manual para asegurarse que la pendiente identificada era anómala y de serlo, se editaría utilizando datos adicionales.

Evaluación de la Precisión

Intermap llevó a cabo 3 evaluaciones de precisión en World 30 MSD.

1. En primer lugar, las elevaciones de World 30 fueron comparadas con los puntos de control en tierra ICESat LiDAR filtrados que tienen una precisión vertical de 25 cm rmse.
 - a. Métodos: Criterio de selección de muestra, reformato de datos antes del análisis, estadísticas calculadas
 - b. Muestras combinadas: Estadísticas en todos los puntos, estadísticas en puntos entre $\pm 60^\circ$, estadísticas en puntos $+60^\circ$
 - c. Interpolación ICESat
 - i. Interpolación bilineal

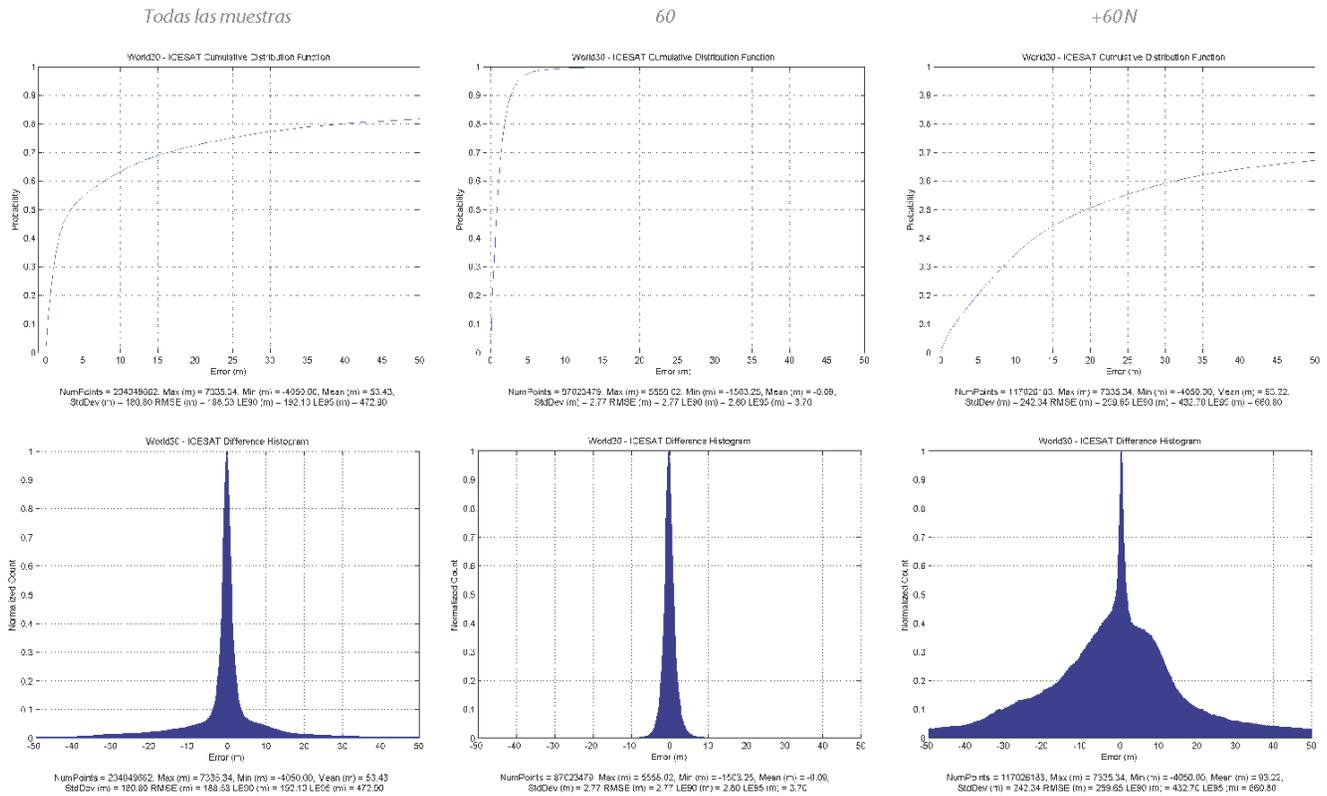
d. Estadísticas calculadas:

- i. Máximo, mínimo, media, Desviación Estándar, raíz cuadrada del error cuadrático (RMSE), LE90, LE95
- ii. Histograma (Amplitud del intervalo: 0.09 – 3 m salvo que se indique de otro modo), Función de Distribución Acumulativa.

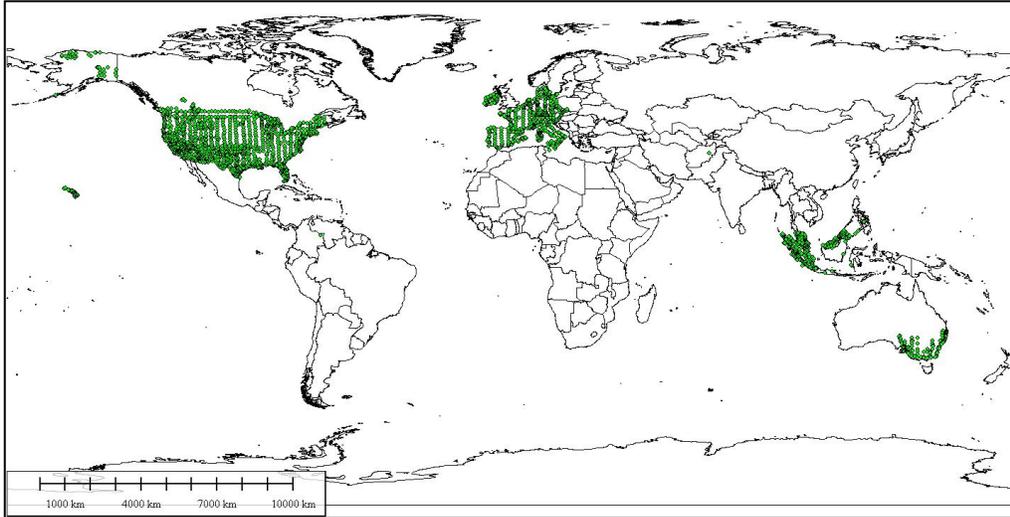
e. Las estadísticas calculadas de todas las muestras se resumen a continuación:

	Número de Puntos	Máximo (m)	Mínimo (m)	Media (m)	Desviación Estándar (m)	Raíz Cuadrada del error cuadrático (RMSE) (m)	LE90	LE95
Todos los puntos ICESAT	204049662	7335.34	-4050.00	53.43	180.80	188.53	192.10	472.90
± 60°	87023479	5558.02	-1503.25	-0.09	2.77	2.77	2.80	3.70
> 60°	117026183	7335.34	-4050.00	92.47	241.29	258.40	429.40	658.50

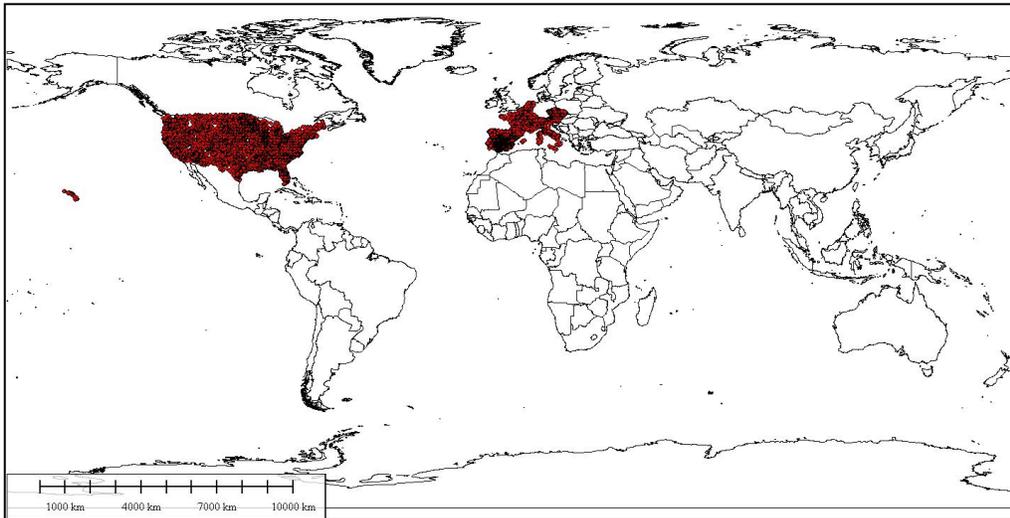
Estadísticas Globales



2. En Segundo lugar, el Modelo Digital de Superficie World 30 fue comparado con los puntos de control en tierra de Intermap, validados e inspeccionados así como los puntos de control en tierra externos de los programas del gobierno.



Los puntos verdes marcan los Puntos de Control Topográfico de Intermap (ISCP).



Los puntos rojos marcan los Puntos de Control Externo (ECP).

- a. Las estadísticas calculadas para los puntos de control se resumen a continuación:

	Número de Puntos	Máximo (m)	Mínimo (m)	Media (m)	Desviación Estándar (m)	Raíz Cuadrada del error cuadrático (RMSE) (m)	LE90 (m)	LE95 (m)
Todos los puntos ISCP	3,897	66.05	-153.76	0.04	5.50	5.50	6.41	10.76
± 60° ISCP	3,761	18.43	-153.76	-0.01	5.19	5.19	6.00	8.93
> 60° ISCP	136	66.05	-16.64	1.50	11.06	11.16	15.77	18.55
Todos los puntos ECP	23,131	29.36	-27.30	-1.55	2.74	3.15	4.82	6.29

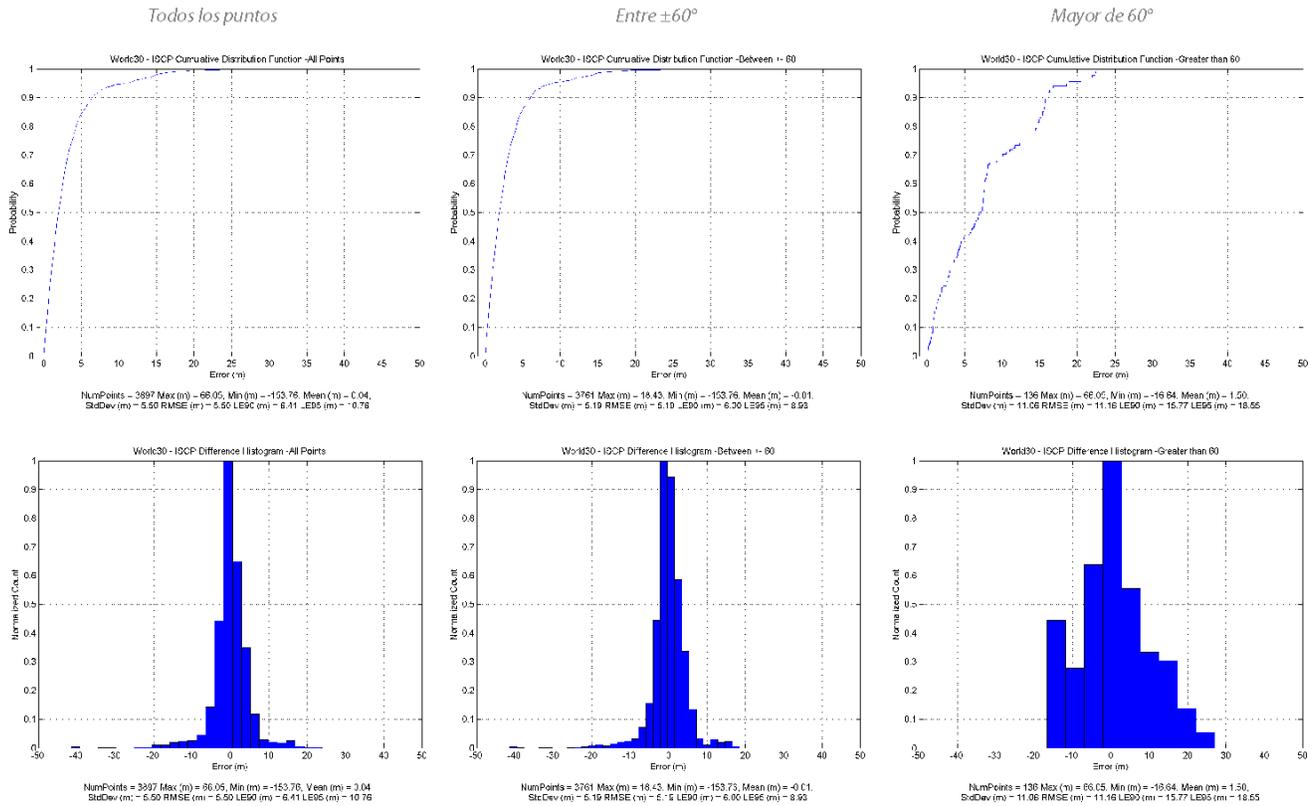
b. Puntos de Control Topográfico de Intermap y Puntos de Control Externo

- i. Los puntos de control fueron utilizados para validar NEXTMap
- ii. Interpolación bilineal utilizada al diferenciar de World30

c. Estadísticas calculadas:

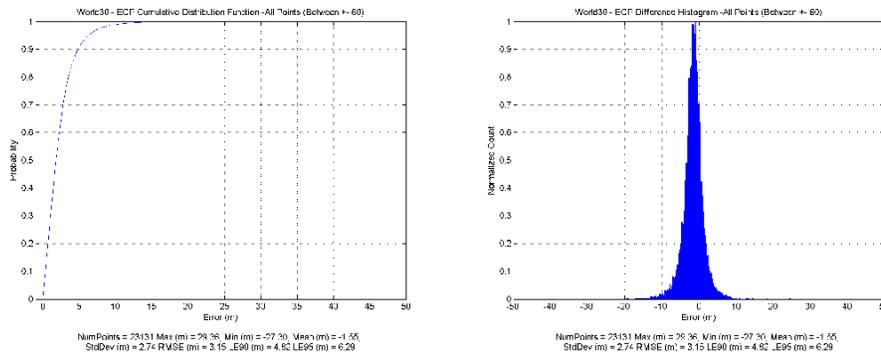
- i. Máximo, Mínimo, Media, Desviación Estándar, RMSE, LE90, LE95
- ii. Histograma (Amplitud del intervalo: 0.2 - 5 m), Función de Distribución Acumulativa.

Estadísticas por latitud: World 15 - ISCP



Estadísticas por latitud: World 15 - ECP

Todos los puntos (Entre ±60°)



3. La evaluación de precisión final fue llevada a cabo utilizando datos IFSAR (Radar de Apertura Sintética interferométrico) MDS con paso de 5 metros de Intermap.

a. Las estadísticas calculadas a partir de las muestras se resumen a continuación.

	Máximo (m)	Mínimo (m)	Media (m)	Desviación Estándar (m)	Raíz Cuadrada del error cuadrático (RMSE) (m)	LE90 (m)	LE95 (m)
Todas las muestras	940.48	-601.97	-0.81	7.07	7.11	8.70	11.80
± 60°	940.48	-601.97	-1.20	5.55	5.68	7.80	10.00
> 60°	324.01	-510.88	3.10	15.04	15.36	20.01	27.82

b. Los sitios de muestra fueron elegidos en base a:

- i. Modelo de ajuste SRTM – ICESat (ver la imagen del modelo de corrección)
- ii. Ubicación de los datos NEXTMap MDS
- iii. Distribución global

c. NEXTMap 5 m MDS reducción de muestreo a 30 m

- i. Método de reducción de muestreo “Promedio”
- ii. Algunas muestras re-proyectadas de UTM para Geographic
- iii. Se aplicó transformación de datum de las muestras
- iv. Se aplicó transformación geode de las muestras

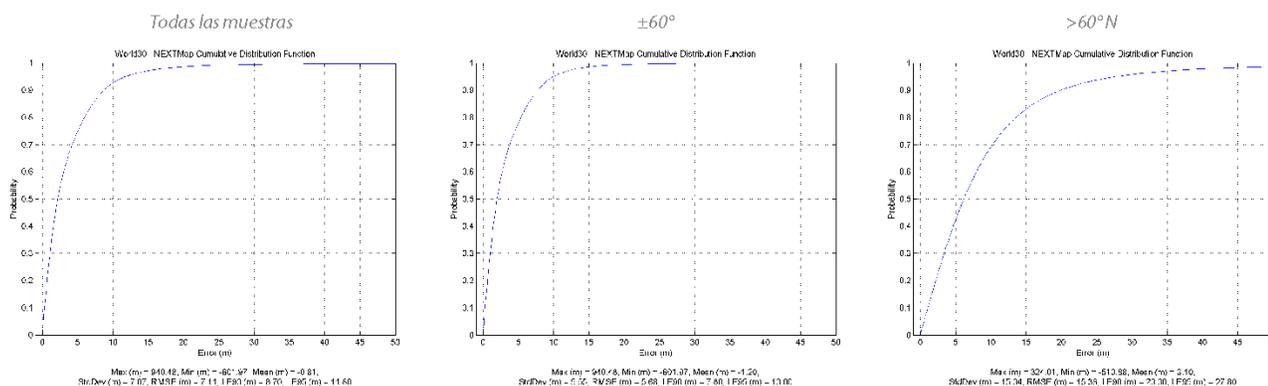
d. Formato NEXTMap final:

- i. Proyección: Geográfica
- ii. Datum Horizontal: WGS84
- iii. Geoide: EGM96

e. Estadísticas calculadas:

- i. Máximo, Mínimo, Media, Desviación Estándar, RMSE, LE90, LE95
- ii. Histograma (Amplitud del intervalo: 0.01 – 0.3 m), Función de Distribución Acumulativa

Estadísticas Globales

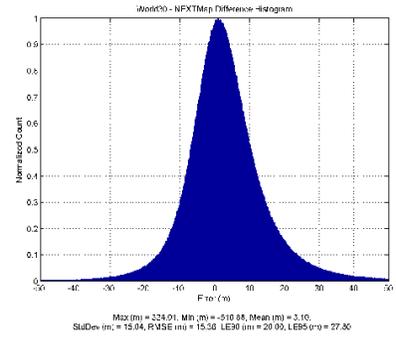
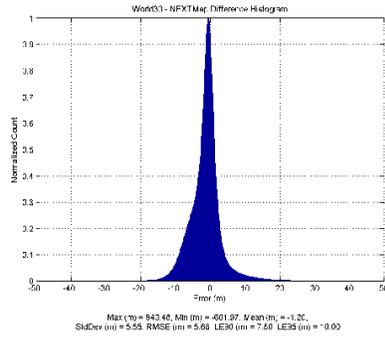
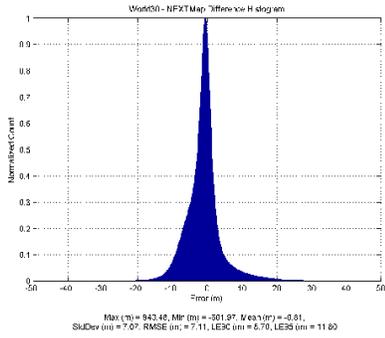


Estadísticas Globales

Todas las muestras

$\pm 60^\circ$

$>60^\circ N$

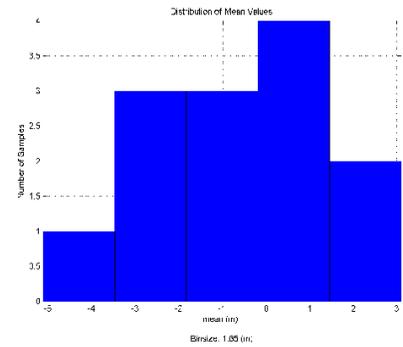
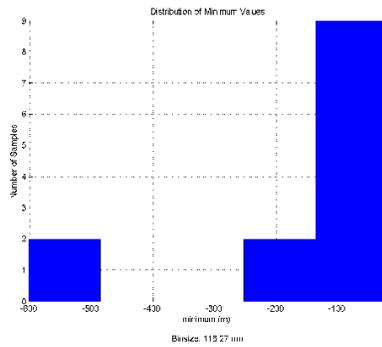
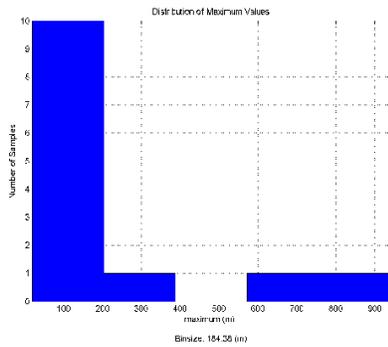


Distribución de Estadísticas

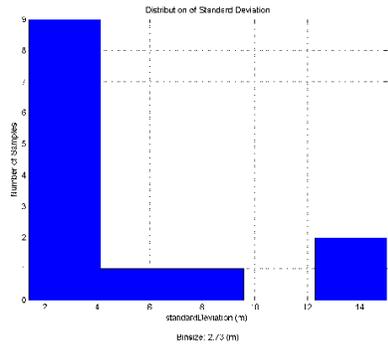
Máximo

Mínimo

Media

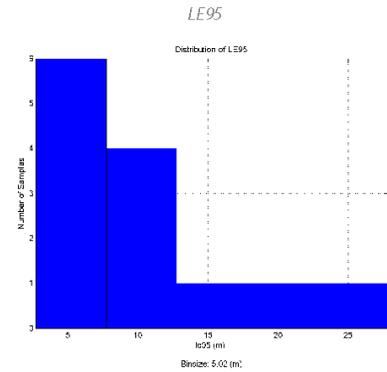
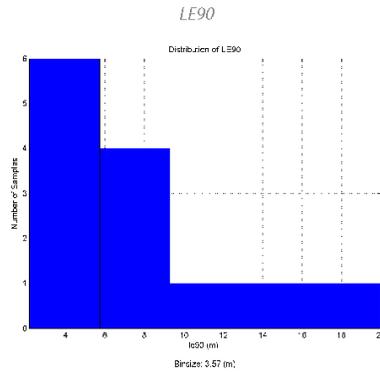
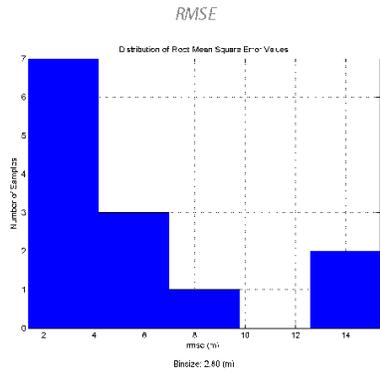


Desviación estándar



- Los rangos de las estadísticas son:
 - Máximo: 0 – 100 m
 - Mínimo: -600 – 0 m
 - Media: -5 – 3 m
 - Desviación estándar: 0 – 15 m

Distribution of Statistics (continued)



▪ Los rangos de las estadísticas son:

- Error cuadrático medio (RMSE): 0 – 15 m
- LE90: 0 – 20 m
- LE95: 0 – 20 m

Especificaciones del Producto:

- Modelo Digital de Superficie (MDS) con cobertura a nivel mundial
- Una mezcla de SRTM, ASTER, GTOPO-30, utilizando ICESat para control vertical
- Formato: bil, hdr, comienzo de fila en la esquina superior izquierda
- Envíos de 1 arco segundo (~30m)
- Celda 1°x1° (~50MB)
- Dimensiones de archivo de 3601 X 3601
- Tamaño de pixeles IEEE 32 bits en coma flotante
- Proyección geográfica
- Datum horizontal WGS84
- Vertical Datum WGS84
- Geoide EGM96
- Sin valor de dato -10000.0