



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Físicas

Unidad de Posgrado

**Estimación del Cambio de Volumen del Glaciar
Champará en la Cordillera Blanca de Ancash a partir
de los Modelos de Elevación Digital e Imágenes de
Satélite**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Física con
mención en Geofísica

AUTOR

Juvenal TORDOCILLO PUCHUC

ASESOR

Joel ROJAS ACUÑA

Lima, Perú

2015

Estimación del Cambio de Volumen del Glaciar Champará en la Cordillera Blanca de Ancash a partir de los Modelos de Elevación Digital e Imágenes de Satélite

Autor: Juvenal Tordocillo Puchuc

RESUMEN

Para estimar la variación del área y volumen glaciar del Nevado Champará, se emplearon técnicas de teledetección, basadas en el procesamiento e interpretación de imágenes de los sensores MSS, TM y ETM+ a bordo de los satélites LANDSAT 4, LANDSAT 5 y LANDSAT 7, respectivamente, y del sensor ASTER a bordo del satélite TERRA.

En esta Tesis, se ha analizado dos periodos. El primer período comprende los años 1962-2000. Se utilizó una fotografía aérea de 1962 e imágenes provenientes de sensores MSS (1975), TM (1984, 1987, 1989, 1991, 1992, 1996), ETM+ (2000, 2001). Esta investigación permitió estimar la tasa de variación del área total (sector A, B y C) del Nevado Champará para los años de 1975-2000 de $-0.2658 \text{ km}^2/\text{año}$ con disminución del 64.3% en área glaciar respecto a 1975 y tasa de variación en volumen glaciar de $-0.0203 \text{ km}^3/\text{año}$. Mientras para los años de 1962-2000 que comprende el sector B (parte principal del glaciar) de $-0.2690 \text{ km}^2/\text{año}$, con disminución en 72.4% en área glaciar respecto a 1962 y con tasa de variación de volumen glaciar de $-0.0233 \text{ km}^3/\text{año}$.

El segundo periodo comprende los años 2000-2010 que corresponde al comportamiento episódico de descarga de nieve y hielo glaciar post-Niña (1999-00). Se utilizó imágenes ASTER, que corresponden a los años 2000, 2003, 2006, 2007, 2009 y 2010, observándose una reducción aproximada del 50% del área glaciar desde el 2000. Los cambios de volumen del Nevado Champará para el periodo correspondiente, se determinó a partir de los modelos de elevación digital generados de imágenes ASTER (bandas 3N y 3B), estimándose para los años 2003-2010, con tasa de variación de volumen glaciar de $-0.085 \text{ km}^3/\text{año}$ al considerar todos píxeles involucrados, mientras si se considera 73,035 píxeles del total (74,568), permitió estimar, tasa de cambio de volumen de $-0.0159 \text{ km}^3/\text{año}$.

En términos generales, la ocurrencia de eventos extremos del ENSO influye en el comportamiento espacial de nieve y hielo glaciar del Nevado Champará con disminución para los años 1987-88 y 1997-98 “El Niño” y con aumento en área de nieve y hielo para los años 1988-89 y 1999-00 “La Niña”.

Estimating the Volume Change of Champará Glacier in the Cordillera Blanca of Ancash from Digital Elevation Models and Satellite Image

Autor: Juvenal Tordocillo Puchuc

ABSTRACT

To estimate the changes in glacier area and volume of the Nevado Champará, was used techniques of remote sensing, based in the processing and interpretation of images of the MSS, TM and ETM+ sensors on board LANDSAT 4, LANDSAT 5, LANDSAT 7 satellites, respectively, and of the ASTER sensor on board TERRA satellite.

In this thesis, it has been analyzed two periods. The first period ranges from 1962-2000. Was used a aerial photography from 1962 and images from MSS (1975), TM (1984, 1987, 1989, 1991,1992, 1996), ETM+ (2000, 2001) sensors. This investigation was estimate the rate of change of the total area (sector A, B and C) of the Nevado Champará for the years 1975-2000 of $-0.2658 \text{ km}^2/\text{year}$ with 64.3% of decreased in glacier area respect 1975 and their rate change in glacier volume of $-0.0203 \text{ km}^3/\text{year}$. As for the years 1962-2000 for the sector B (principal part of the glacier) of $-0.2690 \text{ km}^2/\text{year}$ with 72.4% decrease in glacier area respect of 1962 and with rate of change of glacier volume of $-0.0233 \text{ km}^3/\text{year}$.

The second period range from 2000-2010 episodic behavior corresponding to discharge snow and ice glacier post-Niña (1999-00). It was used ASTER images corresponding to the years 2000, 2003, 2006, 2007, 2009 and 2010, showing a reduction about 50% of glacier area since 2000. The change in volume of the Nevado Champará for the corresponding period it was determined from digital elevation models of ASTER images (band 3N and 3B), estimating for range from 2003-2010, the rate of change in glacier volume of $-0.085 \text{ km}^3/\text{year}$ if consider all pixels involved, while if pixels used is of 73.035 pixels of the total (74, 568), it was estimated a rate of change in volume of $-0.0159 \text{ km}^3/\text{year}$.

Overall, the occurrence of extreme events ENSO, have their influences the spatial behavior of snow and ice glacier of the Nevado Champará with decreased for the years 1987-88 and 1997-98 "El Niño" and increase in area of snow and ice for 1988 -89 and 1999-00 "La Niña".