

Carla Yajaira Pacheco Guzmán; Gustavo Alberto Chiriboga Larrea; Vladimir Vega Falcón;  
Alberto Sánchez Garrido

<http://dx.doi.org/10.35381/s.v.v6i2.2038>

## **Estimación de la sobrecarga física en guardapáramos que laboran sobre los 3600 metros de altura**

### **Estimation of physical overload in park rangers working above 3600 meters of altitude**

Carla Yajaira Pacheco-Guzmán

[carlayajaira125@gmail.com](mailto:carlayajaira125@gmail.com)

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0001-6136-9520>

Gustavo Alberto Chiriboga-Larrea

[chiridoc@gmail.com](mailto:chiridoc@gmail.com)

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0001-6324-668X>

Vladimir Vega-Falcón

[vega.vladimir@gmail.com](mailto:vega.vladimir@gmail.com)

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0003-0140-4018>

Alberto Sánchez-Garrido

[ua.albertosanchez@uniandes.edu.ec](mailto:ua.albertosanchez@uniandes.edu.ec)

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-2418-7020>

Recibido: 15 de abril 2022  
Revisado: 10 de junio 2022  
Aprobado: '01 de agosto 2022  
Publicado: 15 de agosto 2022

Carla Yajaira Pacheco Guzmán; Gustavo Alberto Chiriboga Larrea; Vladimir Vega Falcón;  
Alberto Sánchez Garrido

## RESUMEN

**Objetivo:** Estimar la carga física de los guardapáramos de Quito que laboraron sobre los 3.600 metros de altura. **Método:** De tipo descriptivo y observacional. **Resultados:** El 40% presentó una penosidad muy moderada, el 55% presentó un índice moderado y el 5% una penosidad algo pesada. tomando en consideración la puntuación para determinar la demanda cardíaca se concluyó que en el 80% fue aceptable y el 20% soportable. **Conclusión:** Las horas de trabajo que realizaron provocaron una gran demanda cardíaca. Por ello, se recomienda alternar los horarios de trabajo con mayor frecuencia entre el personal y realizar pausas activas mediante ejercicios respiratorios con espirómetros de incentivo, que sean constantes entre sus movilizaciones, ya sea por caminatas, cabalgatas o en motocicletas.

**Descriptores:** Músculo; ejercicio físico; esfuerzo físico. (Fuente: DeCS).

## ABSTRACT

**Objective:** To estimate the physical load of the park rangers of Quito who worked above 3,600 meters of altitude. **Method:** Descriptive and observational. **Results:** 40% presented a very moderate hardship, 55% presented a moderate index and 5% a somewhat heavy hardship. Taking into consideration the score to determine the cardiac demand, it was concluded that 80% was acceptable and 20% bearable. **Conclusion:** The hours of work they performed caused a high cardiac demand. Therefore, it is recommended to alternate work schedules more frequently among the personnel and to perform active breaks by means of respiratory exercises with incentive spirometers, which are constant between their mobilizations, either by walking, horseback riding or on motorcycles.

**Descriptors:** Muscles; exercise; physical exertion. (Source: DeCS).

Carla Yajaira Pacheco Guzmán; Gustavo Alberto Chiriboga Larrea; Vladimir Vega Falcón;  
Alberto Sánchez Garrido

## **INTRODUCCIÓN**

La carga física incluye situaciones que se pueden clasificar según su naturaleza biomecánica, al diferenciarse la sobrecarga estática derivada de la postura o del mantenimiento de posturas forzadas, y según la sobrecarga dinámica, derivada de los movimientos repetidos o del manejo manual de cargas <sup>1</sup>. En grandes alturas, como ocurre en el presente estudio, en el que se sobrepasan los 3.600 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), la disminución de la presión de oxígeno se debe a varios factores, como son el incremento de la radiación solar; la hipobaría; el frío; y la sequedad ambiental, los cuales permiten que las personas desarrollen un cambio fisiológico importante para adaptarse a sus exigentes jornadas laborales <sup>2</sup>.

La fisiología de la adaptación humana a las grandes alturas es una de las principales líneas de investigación en las ciencias básicas y la medicina de la altura, principalmente debido a la cantidad de personas provenientes del nivel del mar que trabajan y residen en alturas. Esto genera una exposición a zonas con menor presión atmosférica y menor cantidad de oxígeno disponible y si la persona no pasa por un proceso de adaptación puede traerle varios cambios e incluso problemas de salud a largo plazo, lo cual es susceptible a modificaciones que deben ser estudiadas para prevenir enfermedades de altura <sup>3</sup>.

La menor presión barométrica de alturas produce una disminución de la presión parcial de oxígeno en todos los niveles de la cascada de oxígeno; en cambio la caída de la presión parcial de oxígeno a nivel arterial estimula, vía quimiorreceptores carotídeos y del arco aórtico al centro respiratorio, lo cual produce hiperventilación, que tiende a corregir la hipoxemia y produce la disminución de la presión parcial de CO<sub>2</sub> arterial o también conocida como alcalosis respiratoria. A su vez, ésta ocasiona la hipoxemia y desplaza a la izquierda la curva de disociación de la hemoglobina, lo que dificulta el aporte de oxígeno a los tejidos <sup>4 5 6 7</sup>.

Carla Yajaira Pacheco Guzmán; Gustavo Alberto Chiriboga Larrea; Vladimir Vega Falcón;  
Alberto Sánchez Garrido

Adicionalmente, existen condiciones de aislamiento cuando residen en campamentos o las largas distancias que tienen que recorrer desde los refugios hasta los puntos donde realizan sus rondas diarias de vigilancia, las cuales efectúan en caballo, motocicletas o a pie. Con estos antecedentes, se estudia el impacto del trabajo físico dinámico, se establece la relación entre la aptitud física de un trabajador y las demandas que le impone el trabajo.

Debido a la escasez de este tipo de estudios en esta población de trabajadores, el propósito de este estudio va más allá de la valoración del estado de salud en quienes laboran sobre los 3.600 m.s.n.m., se busca brindar soluciones para su estado de salud actual, puesto que pueden darse varias alteraciones fisiológicas por la exposición que tienen en sus puestos de trabajo.

El objetivo del estudio fue estimar la carga física de los guardapáramos de Quito que laboraron sobre los 3.600 metros de altura.

## **MÉTODO**

Fue un estudio desarrollado durante el año 2021, de tipo descriptivo y observacional.

A población fue de 20 guardapáramos que laboraron sobre los 3.600 metros de altura en zonas aledañas a Quito, como: Oyacachi, Cerro Puntas, El Cinto, Lloa, Alto Pita, Antisana y Paluguillo.

Se aplicó el método FRIMAT y CHAMOUX.

## **RESULTADOS**

De la población total, 20 eran del sexo masculino y dos del sexo femenino; el grupo etario osciló entre los 27 y 70 años de edad, con una media de 43 años.

El método FRIMAT <sup>10</sup> determinaron la penosidad del puesto de trabajo para fases cortas de la actividad laboral, en la cual se identificó en los trabajadores una penosidad extremadamente dura en el 90% y en el 10% una penosidad dura, con puntuaciones

Carla Yajaira Pacheco Guzmán; Gustavo Alberto Chiriboga Larrea; Vladimir Vega Falcón;  
Alberto Sánchez Garrido

iguales y mayores a 26; Sin embargo, tomando en consideración la puntuación para determinar la demanda cardíaca se concluyó que en el 80% fue aceptable y el 20% soportable.

Por su parte, el criterio CHAMOUX determinó la penosidad de los puestos de trabajo en forma global en una jornada laboral de 8 horas consecutivas. Se obtuvo como resultados que el 40% presentó una penosidad muy moderada, el 55% presentó un índice moderado y el 5% una penosidad algo pesada. Durante la aplicación de este método, se excluyeron a dos trabajadores, porque presentaron antecedentes patológicos personales de hipertensión arterial y asma.

## **DISCUSIÓN**

Al considerar las características individuales de cada sujeto y su acondicionamiento físico, podría ser una fuente importante de variabilidad de los datos, en los casos de la valoración de jornadas cortas se determina que son más significativas o extremadamente duras, a diferencia de las jornadas por más de 8 horas con una valoración moderada en mayor porcentaje, sin embargo, el índice de penosidad en ambos métodos de valoración es elevado en más del 90% del personal, lo cual demuestra una alta significancia en la demanda cardíaca <sup>11</sup>.

De acuerdo con 2 existen evidencias en textos de China, en fechas tan remotas como los años 403 AC y la Conquista Española en 1590, que evidencian los ambientes particulares que afectan tanto a sujetos al escalar por zonas que superan los 4.000 m.s.n.m., lo cual se identifica actualmente como mal agudo de montaña (*high-altitude illness*). Actualmente se considera que aproximadamente 140 millones de personas viven permanentemente en lugares que sobrepasan los 2.500 m.s.n.m. <sup>8</sup>.

En un estudio donde se analizan los efectos de las variables altura vertical y frecuencia de levantamiento sobre la frecuencia cardíaca (FC), en trabajadores que desarrollan tareas de levantamientos de cargas, mediante el coeficiente FRIMAT, se determina que

Carla Yajaira Pacheco Guzmán; Gustavo Alberto Chiriboga Larrea; Vladimir Vega Falcón;  
Alberto Sánchez Garrido

existe un efecto significativo sobre la respuesta de la frecuencia cardíaca, debido a la interacción de la frecuencia y la altura vertical del levantamiento, además, se obtiene una calificación de “carga de trabajo mínima” para el 85% de los tratamientos. En el mismo se concluye que la altura y frecuencia de levantamiento no actúan de manera independiente y tienen un efecto sobre la carga fisiológica del trabajador en el levantamiento manual de cargas, manifestada en la frecuencia cardíaca<sup>9 11 12 13 14 15</sup>.

El presente estudio ratifica la utilidad de la FC como método para evaluar la carga física, lo cual posibilita que el médico ocupacional disponga de una herramienta valiosa para el análisis del equilibrio fisiológico óptimo entre las condiciones laborales y las capacidades funcionales del trabajador.

Los resultados de este estudio muestran que existe una sobrecarga física importante en los guardapáramos de Quito, puesto cuya demanda cardíaca en jornadas cortas o largas de trabajo es afectada principalmente por la altura geográfica en la que laboran, y conllevan a que la FC de todos los trabajadores sea elevada al momento de realizar sus actividades, como recorridos mediante caminatas y cabalgatas en los páramos, hasta llegar a 4.600 metros de altura, que son monitorizados por GPS, con el objetivo de vigilar a los andinistas, cazadores o personas que se encuentren en el trayecto.

## **CONCLUSIONES**

Se determinaron parámetros mediante la valoración de la ficha individual, y los métodos FRIMAT y CHAMOUX, lo cual permitió conocer el índice de penosidad que incidió en todos los trabajadores que realizaron la misma actividad laboral.

Se concluyó que las horas de trabajo que realizaron provocaron una gran demanda cardíaca. Por ello, se recomienda alternar los horarios de trabajo con mayor frecuencia entre el personal y realizar pausas activas mediante ejercicios respiratorios con espirómetros de incentivo, que sean constantes entre sus movilizaciones, ya sea por caminatas, cabalgatas o en motocicletas.

Carla Yajaira Pacheco Guzmán; Gustavo Alberto Chiriboga Larrea; Vladimir Vega Falcón;  
Alberto Sánchez Garrido

Adicionalmente se sugiere realizar exámenes médicos ocupacionales con una periodicidad anual, con énfasis en la radiografía de tórax, espirometría, electrocardiograma y biometría hemática, con el objetivo de evaluar la función cardíaca, pulmonar y sanguínea.

### **CONFLICTO DE INTERÉS**

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés en la publicación de este artículo.

### **FINANCIAMIENTO**

No monetario.

### **AGRADECIMIENTO.**

A la Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato; por impulsar el desarrollo de la investigación.

### **REFERENCIAS**

1. Tremblay JC, Ainslie PN. Global and country-level estimates of human population at high altitude. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2021;118(18):e2102463118. doi:[10.1073/pnas.2102463118](https://doi.org/10.1073/pnas.2102463118)
2. Moraga, F. A. Poblaciones humanas en altura geográfica [Human populations in geographic altitude]. *J. health med. sci.*, 2020;6(2):81-85.
3. Mejía CR, Quiñones-Laveriano DM, Gomero R, Pérez-Pérez L. Cambios en la hemoglobina (Hb) de trabajadores mineros expuestos a gran altura y factores asociados [Hemoglobin changes (Hb) in miners exposed to high altitude and associated factors]. *Gac Med Mex*. 2017;153(2):166-172.

Carla Yajaira Pacheco Guzmán; Gustavo Alberto Chiriboga Larrea; Vladimir Vega Falcón;  
Alberto Sánchez Garrido

4. Mallet RT, Burtcher J, Richalet JP, Millet GP, Burtcher M. Impact of High Altitude on Cardiovascular Health: Current Perspectives. *Vasc Health Risk Manag.* 2021;17:317-335. Published 2021 Jun 8. doi:[10.2147/VHRM.S294121](https://doi.org/10.2147/VHRM.S294121)
5. Jiang T, Zhao L, Yin Y, Yu H, Li Q. Evaluation of Middle Ear Function by Tympanometry and the Influence of Lower Barometric Pressure at High Altitude. *High Alt Med Biol.* 2021;22(1):70-76. doi:[10.1089/ham.2020.0042](https://doi.org/10.1089/ham.2020.0042)
6. Horiuchi M, Watanabe M, Mitsui S, Uno T. Does change in barometric pressure per given time at high altitude influence symptoms of acute mountain sickness on Mount Fuji? A pilot study. *J Physiol Anthropol.* 2021;40(1):6. Published 2021 May 7. doi:[10.1186/s40101-021-00256-y](https://doi.org/10.1186/s40101-021-00256-y)
7. Imray C, Wright A, Subudhi A, Roach R. Acute mountain sickness: pathophysiology, prevention, and treatment. *Prog Cardiovasc Dis.* 2010;52(6):467-484. doi: [10.1016/j.pcad.2010.02.003](https://doi.org/10.1016/j.pcad.2010.02.003)
8. Viscor, G.; Torrella, J. R. & Pagés, T. Un ejemplo de respuesta adaptativa integrada: la aclimatación humana a la altitud [An example of an integrated adaptive response: human acclimatization to altitude]. *J. health med. sci.* 2020;6(2):87-95.
9. Saavedra-Robinson LA, Paredes-Astudillo YA, Quintana L. Análisis de la Frecuencia Cardíaca relacionada con las variables de altura y frecuencia en el Levantamiento de cargas [Analysis of heart rate related to height and frequency variables in powerlifting]. *Arch Prev Riesgos Labor* [Internet]. 21 de enero de 2021 [citado 15 de octubre de 2022];24(1):34-46. Disponible en: <https://archivosdeprevencion.eu/index.php/apr/article/view/61>
10. Zapata B. HD, Arango B. GL, Estrada LM. Valoración de carga física en estibadores de una cooperativa de trabajo asociado [Physical load assessment in dockworkers of a worker cooperative]. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* [Internet]. 2011; 29(1):53-64. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/fnsp/article/view/7412>
11. Szubert J, Szubert S, Koszada-Włodarczyk W, Bortkiewicz A. Nowe metody wyznaczania względnego obciążenia wysiłkiem fizycznym organizmu człowieka [New methods for determining the relative load due to physical effort of the human body]. *Med Pr.* 2014;65(2):189-195.



Carla Yajaira Pacheco Guzmán; Gustavo Alberto Chiriboga Larrea; Vladimir Vega Falcón;  
Alberto Sánchez Garrido

12. Kirk J, Schneider DA. Physiological and perceptual responses to load-carrying in female subjects using internal and external frame backpacks. *Ergonomics*. 1992;35(4):445-455. doi:[10.1080/00140139208967825](https://doi.org/10.1080/00140139208967825)
13. Ratajczyk-Drobna E. Rzeczywisty i przewidywany pobór tlenu u wysoko kwalifikowanych sportowców [Measured and predicted oxygen uptake in highly qualified athletes]. *Ann Acad Med Stetin*. 1995;41:87-108.
14. Quesada PM, Mengelkoch LJ, Hale RC, Simon SR. Biomechanical and metabolic effects of varying backpack loading on simulated marching. *Ergonomics*. 2000;43(3):293-309. doi:[10.1080/001401300184413](https://doi.org/10.1080/001401300184413)
15. Stuempfle KJ, Drury DG, Wilson AL. Effect of load position on physiological and perceptual responses during load carriage with an internal frame backpack. *Ergonomics*. 2004;47(7):784-789. doi: [10.1080/0014013042000193264](https://doi.org/10.1080/0014013042000193264)

2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).