



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

---

**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA PARA SUB BASE ADICIONADO CON CEMENTO PORTLAND IP RESPECTO A LA ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO (NaCl) EN PORCENTAJES DE 2%, 4%, 6% ELABORADOS CON MATERIAL DE LA CANTERA DE ANAHUARQUE – SAYLLA**

---

Presentado por:

Bach. Qquenaya Champi, Jhon Álvaro

Para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor: Mg. Ing. Víctor Chacón Sánchez

CUSCO – PERU

2018



Título : Evaluación comparativa de la capacidad de soporte y densidad máxima para sub base adicionado con cemento portland ip respecto a la adición de cloruro de sodio (nacl) en porcentajes de 2%, 4%, 6% elaborados con material de la cantera de Anahuarque – Saylla.

Autor : - Jhon Álvaro Qquenaya Champi

Fecha : 20-06-2018

### **Resumen**

La presente tesis de investigación: “Evaluación comparativa de la capacidad de soporte y densidad máxima para sub base adicionado con cemento portland IP respecto a la adición de cloruro de sodio (NaCl) en porcentajes de 2%, 4%, 6% elaborados con material de la cantera de Anahuarque – Saylla”, realizada en la Universidad Andina Del Cusco fue determinar las propiedades mecánicas que tiene al adicionar cemento y cloruro de sodio (NaCl) de maras en porcentajes de 2, 4 y 6% para sub bases granulares; para ver su mejora se realizó el ensayo de CBR al cemento y cloruro de sodio al 100% de su Máxima Densidad Seca. Se partió con una caracterización del material natural sin adición (granulometría, límites, abrasión, Equivalente de arena y sales solubles) con base en los requerimientos de la norma para pavimentos urbanos Ce.010, se halló el contenido de humedad óptimo para la muestra natural, con adición de cemento y con adición de cloruro de sodio en los porcentajes mencionados y finalizamos con el ensayo de CBR. Para el desarrollo de esta investigación el material fue extraído de la cantera de Anahuarque – Saylla, el cemento usado fue del tipo IP y el Cloruro de Sodio fue el embolsado de maras. Al agregar cloruro de sodio se notó un incremento del CBR y a la vez un incremento de su Densidad seca, así mismo se notó una disminución en la humedad óptima debido a que el cloruro de sodio por ser higroscópico absorbe la humedad del ambiente y a la vez evita que el agua se evapore. Los resultados de esta investigación son variables e indican que se puede lograr un incremento en el valor de la capacidad de soporte, la Densidad seca con el cemento y cloruro de sodio (NaCl). De esta manera se concluyó que al adicionar cemento en porcentajes de 2% en función al peso seco del material se nota un mejor incremento en el CBR en relación al CBR del cloruro de sodio en porcentajes de 2%,4% y 6%.

**Palabras claves:** CBR, Densidad seca, Sub-base, Cemento, Cloruro de sodio



## Abstract

The present research thesis: "Comparative evaluation of the support capacity and maximum density for sub base added with Portland cement IP with respect to the addition of sodium chloride (NaCl) in percentages of 2%, 4%, 6% made with material of the quarry of Anahuarque - Saylla ", made in the Universidad Andina Del Cusco was to determine the mechanical properties that it has when adding cement and sodium chloride (NaCl) of maras in percentages of 2, 4 and 6% for granular sub bases; To see its improvement, the CBR test was carried out on cement and sodium chloride at 100% of its Maximum Dry Density. It was started with a characterization of the natural material without addition (granulometry, limits, abrasion, sand equivalent and soluble salts) based on the requirements of the Ce.010 urban pavement standard, the optimum moisture content for the natural sample was found, with the addition of cement and with the addition of sodium chloride in the aforementioned percentages and we finish with the CBR test. For the development of this research the material was extracted from the quarry of Anahuarque - Saylla, the cement used was of the IP type and the Sodium Chloride was the bagging of maras. When adding sodium chloride, an increase in CBR was observed, as well as an increase in its dry density, as well as a decrease in optimum humidity due to the fact that sodium chloride, being hygroscopic, absorbs moisture from the environment and at the same time avoids that the water evaporates. The results of this research are variable and indicate that an increase in the value of the support capacity can be achieved, the dry density with cement and sodium chloride (NaCl). In this way it was concluded that adding cement in 2% percentages based on the dry weight of the material shows a better increase in the CBR in relation to the CBR of sodium chloride in percentages of 2%, 4% and 6%.

**Keywords:** CBR, Dry Density, Sub base, Cement, Sodium Chloride