



UNIVERSITY OF SALERNO

DEPARTMENT OF PHYSICS "E. R. CAIANIELLO"

UNIVERSITY OF CAMPANIA "LUIGI VANVITELLI"

DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND PHYSICS

DOCTORAL COURSE IN "MATHEMATICS, PHYSICS
AND APPLICATIONS"

XXIX CYCLE

CURRICULUM: PHYSICS

DOCTORAL THESIS

**Measurement of Λ_c Baryon production in
the decay channel $\Lambda_c \rightarrow pK_S^0$ in
proton-proton and proton-lead collisions
with ALICE detector at LHC**

Candidate:

Elisa Meninno

Supervisor:

Prof. Salvatore DE PASQUALE

PhD Coordinator:

Prof. Sandro PACE

University of Salerno
 University of Campania "Luigi Vanvitelli"

Abstract

Measurement of Λ_c Baryon production in the decay channel $\Lambda_c \rightarrow pK_S^0$ in proton-proton and proton-lead collisions with ALICE detector at LHC

by Elisa MENINNO

This thesis describes the study of the production of the charmed baryon Λ_c in proton-proton and proton-Lead collisions with the ALICE experiment, operating at the Large Hadron Collider (LHC) at CERN.

ALICE was build to study hadronic collisions (pp and A-A) and, in particular, aims to investigate the *Quark-Gluon Plasma* (QGP), state of the matter during the first instants of life of the universe. When two ultra-relativistic heavy nucleus collide, the extreme conditions of temperature and pressure, necessary for the QGP formation, can be created. In particular, heavy quarks (charm and beauty) are produced in hard scattering processes during the first stages of the hadronic collision.

The measurement of hadrons with heavy quarks, in pp collisions at the LHC energies, is a powerful test for perturbative quantum cromodynamics (pQCD) in this energy domains. Moreover, this studies are the necessary reference for studying the production of heavy quarks in nucleus-nucleus collisions: here, the heavy quarks primarily produced, propagate through the hot medium created in the collision and interact with its constituents, bringing information about all the medium evolution. Studying the Λ_c production in p-Pb collisions, in addition, allows for the investigation of *cold nuclear matter* (CNM) effects, not due to the formation of the medium.

The thesis describes the analysis strategy developed and used to measure the Λ_c , through the reconstruction of the decay channels $\Lambda_c^+ \rightarrow pK_S^0$, using invariant mass studies. The analysis has been performed using two data sample: $\sim 3 \times 10^8$ events in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV and $\sim 10^8$ events in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV, collected respectively in 2010 and 2013 with the ALICE detector.

All the relevant results are shown, from the Λ_c signal extraction in several intervals of transverse momentum, to the measurement of the cross section of production of Λ_c *prompt* (i.e. from direct hadronization of quark charm). The results are compared with those obtained with other analyses performed with the ALICE experiment, using different analysis strategies and different Λ_c decay channels, in both pp and p-Pb sample. Also a first comparison with predictions from Monte Carlo simulation is shown.

The results presented in this thesis have been recently approved by the ALICE Collaboration, and some of them already presented at several national and international conferences. A publication, including all the Λ_c analyses performed in ALICE, is at the first step of review by the Collaboration.

University of Salerno
University of Campania "Luigi Vanvitelli"

Abstract

Measurement of Λ_c Baryon production in the decay channel $\Lambda_c \rightarrow pK_S^0$ in proton-proton and proton-lead collisions with ALICE detector at LHC

by Elisa MENINNO

Nella tesi è descritto lo studio della produzione del barione con *charm* Λ_c in collisioni protone-protone e protone-Piombo con l'esperimento *ALICE* (*A Large Ion Collider Experiment*), che opera presso il potente acceleratore *LHC* (*Large Hadron Collider*).

ALICE è stato costruito per studiare collisioni adroniche (pp e nuclei pesanti, A-A) e, in particolare, è ottimizzato per investigare il *Quark-Gluon Plasma* (*QGP*), stato in cui doveva trovarsi la materia nei primi istanti di vita dell'Universo. Quando due nuclei pesanti si avvicinano a velocità prossime a quella della luce per poi collidere, possono ricrearsi le condizioni estreme di temperatura e densità necessarie alla formazione del *QGP*. I quark pesanti (*charm* e *beauty*) sono prodotti in processi di *hard scattering* tra partoni durante le primissime fasi di una collisione adronica.

La misura di adroni contenenti quark pesanti in collisioni pp alle energie di *LHC* è un utile test per la cromodinamica quantistica perturbativa (*pQCD*) in questo nuovo dominio di energia. Inoltre, tali misure costituiscono il termine di confronto per gli studi di produzione di quark pesanti in collisioni tra nuclei. Qui, i quark pesanti primariamente prodotti, infatti, si propagano attraverso il mezzo caldo e denso, formatosi nella collisione, interagendo con i suoi costituenti. Questo li rende sonde sensibili all'intera evoluzione del mezzo caldo creato. Dal confronto delle misure di barioni e mesoni con *charm* (Λ_c è il barione più leggero contenente *charm*), è possibile recuperare preziose informazioni circa il tipo di mezzo formatosi in una collisione tra ioni pesanti.

Studiare la produzione di Λ_c , in collisioni p-Pb, inoltre, permette di studiare effetti di materia nucleare fredda, non dovuti alla formazione del *QGP*.

In questa tesi viene descritta la strategia di analisi sviluppata e utilizzata per misurare il barione Λ_c , attraverso la ricostruzione del canale di decadimento $\Lambda_c^+ \rightarrow pK_S^0$ basata su studi di massa invariante. L'analisi è stata eseguita su due campioni di dati: circa 3×10^8 eventi in collisioni pp a $\sqrt{s} = 7$ TeV e circa 10^8 eventi in collisioni p-Pb a $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV, raccolti rispettivamente nel 2010 e nel 2013 con il rivelatore *ALICE*. Sono presentati i risultati ottenuti, dall'estrazione del segnale per la Λ_c in diversi intervalli di impulso trasverso, fino alla misura della sezione d'urto di produzione di Λ_c *prompt* (da adronizzazione diretta del quark *charm*). I risultati sono inoltre confrontati con quelli ottenuti con altre analisi, realizzate sempre con l'esperimento *ALICE* e usando entrambi i campioni dati pp e p-Pb, ma studiando diversi canali di decadimento e utilizzando diverse strategie di analisi.

Una pubblicazione su questa analisi è attualmente in fase di *review* da parte della Collaborazione *ALICE*.