

ADRIANO PEREIRA DA SILVA
(ORGANIZADOR)

Collection:

**APPLIED PRODUCTION
ENGINEERING
2**

ADRIANO PEREIRA DA SILVA
(ORGANIZADOR)

Collection:

**APPLIED PRODUCTION
ENGINEERING
2**

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Collection: applied production engineering 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Adriano Pereira da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied production engineering 2 / Organizador Adriano Pereira da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0180-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.803222604>

1. Production engineering. I. Silva, Adriano Pereira da (Organizador). II. Título.

CDD 670

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A coleção “Applied production Engineering 2” ascende consigo, além da pluralidade científica e acadêmica, permeando as singularidades das várias obras que compõem os seus capítulos, também os fundamentos necessários para o melhor desenvolvimento profissional. O volume apresentará trabalhos, pesquisas, relatos que promovem as diversas formas da aplicação da engenharia de produção, de modo interdisciplinar e contextualizada, em sua gama de conteúdo iterativo.

O objetivo principal é apresentar de forma clara e inequívoca a pesquisa realizada em diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais, cujo trabalho inclui trabalhar com análise do mapeamento de processos; aplicação regulatória no desenvolvimento de procedimentos; diagnóstico ambiental; gestão de estoque; produtividade; modelagem de ensino; World Class Manufacturing (WCM); e áreas correlatas.

Com isso, os temas discutidos na sociedade, nos negócios e na academia são trazidos para um âmbito crítico e estruturado, criando uma base de conhecimento para acadêmicos, professores e todos os interessados em engenharia de produção e/ou industrial. Por isso, destaca-se a importância dos temas abordados neste episódio a partir da evolução das diferentes ferramentas, métodos e processos que a Indústria 4.0 desenvolveu ao longo do tempo e sua capacidade de resolver problemas atuais e futuros.

Assim, este trabalho apresenta uma teoria baseada nos resultados práticos obtidos por diversos professores e estudiosos que investiram considerável esforço no desenvolvimento de seus trabalhos, e o apresentarão de forma concisa e pedagógica. Entendemos a importância da divulgação científica, por isso também destacamos a estrutura da Atena Editora para fornecer a esses entusiastas da pesquisa científica uma plataforma abrangente e confiável para exibir e divulgar seus resultados.

Adriano Pereira da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

PORQUE HAY BAJA PRODUCTIVIDAD EN MÉXICO

Víctor Manuel Piedra Mayorga
Rafael Granillo Macías
Miguel Ángel Vázquez Alamilla
Raúl Rodríguez Moreno
Miriam Leilani Piedra Guzmán

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8032226041>

CAPÍTULO 2..... 18

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL NO SETOR METALÚRGICO: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DAS PUBLICAÇÕES UTILIZANDO AS PLATAFORMAS *WEB OF SCIENCE* E *SCOPUS*

Alex Nakauti Kiyomoto
Sílvia Pierre Irazusta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8032226042>

CAPÍTULO 3..... 30

ANÁLISE DO MAPEAMENTO DE PROCESSOS EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO VAREJISTA: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO – BPM

Edson Terra Azevedo Filho
Láís Sant'Anna Fonseca

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8032226043>

CAPÍTULO 4..... 46

GESTÃO DE ESTOQUES: UMA APLICAÇÃO DO MODELO DO LOTE ECONÔMICO DE COMPRA

Cainan Kobo Oliveira
Paulo Laerte Natti
Eliandro Rodrigues Cirilo
Neyva Maria Lopes Romeiro
Erica Regina Takano Natti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8032226044>

CAPÍTULO 5..... 61

WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM) COMO ESTRATÉGIA PARA REDUCIR FALHAS EM UM PROCESSO TÉCNICO DE FABRICAÇÃO DE TÊXTEIS

Esmeralda Hernandez Méndez
Miguel Ángel Rodríguez Lozada

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8032226045>

CAPÍTULO 6..... 74

MODELAGEM DE ENSINO REMOTO PARA AULAS DE PRÉ-CÁLCULO NA ENGENHARIA

Ubirajara Carnevale de Moraes

Vera Lucia Antonio Azevedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8032226046>

CAPÍTULO 7..... 86

APLICACIÓN NORMATIVA EN EL DESARROLLO DE PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO PARA TAREAS DE LIMPIEZA DE LADERA DE CERRO EN OBRA HIDRÁULICA

Francisco Santiago Ruiz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8032226047>

CAPÍTULO 8..... 99

PASSAGEM DE FAUNA ELEVADA

Norival Agnelli

Pedro Henrique Jacomini Malinosqui

Fabiana Ferraz Munhoz

Aldo Theodoro Gaiotto Junior

Ricardo Ramos da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8032226048>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 112

ÍNDICE REMISSIVO..... 113

APLICACIÓN NORMATIVA EN EL DESARROLLO DE PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO PARA TAREAS DE LIMPIEZA DE LADERA DE CERRO EN OBRA HIDRÁULICA

Data de aceite: 01/04/2022

Francisco Santiago Ruiz

Universidad Nacional de Santiago del Estero -
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías
Provincia de Santiago del Estero, Ciudad
Capital, Argentina

[http://sistemasfce.unse.edu.ar/
cvdocentes/adjuntos/curriculums/RUIZ_
FRANCISCOSANTIAGO.pdf](http://sistemasfce.unse.edu.ar/cvdocentes/adjuntos/curriculums/RUIZ_FRANCISCOSANTIAGO.pdf)

RESUMEN: El objetivo principal es el de proponer pautas de trabajo seguro para la realización de la limpieza de escombros y piedras de tamaños diversos, en riesgo de desprendimiento, de las laderas de cerro de ambas márgenes del río Albigasta, en la localidad de El Bolsón, Provincia de Catamarca, desde alturas aproximadas a los 40 metros y a través del uso de un sistema anticaídas. Se procede en primera medida a realizar un análisis de las instalaciones existentes y a verificar las mismas a través de cálculos básicos de ingeniería, luego se procede a investigar aspectos relacionados con la normativa legal y técnica existente que rigen este tipo de tareas, dando como resultado elementos como la Normas IRAM 3622-1: Protección individual contra caídas en altura. Parte 1: Sistema anticaídas, Normas IRAM 3626: Protección individual contra caídas en altura: Dispositivos de anclaje. Requisitos y métodos de ensayo, Normas IRAM 3605-1: Dispositivos de seguridad individual para protección de personas en caída de altura. Requisitos, Decreto N° 911/96, Seguridad en la Construcción, etc.

A través del análisis de la normativa legal y técnica mencionada se logró formar una base de conocimiento suficiente para desarrollar y proponer el Procedimiento De Trabajo Seguro De Limpieza De Ladera De Cerro que se organizaría con las siguientes etapas: - Cálculo y verificación de Instalaciones de Trabajo: Definición de método de trabajo normalizado. Distribución y Punto de anclaje de línea de vida. - Especificación y Selección de Equipos de Trabajo y E.P.P.s.: Especificaciones técnicas. Ensayo y Control de los componentes del sistema anticaídas. - Capacitación y Preparación de Recursos Humanos: Procedimiento de trabajo seguro. Capacitación del Personal. Permisos de trabajo en altura.

PALABRAS CLAVE: Normalización; Organización del trabajo; Procedimientos de trabajo; Protecciones individuales; Prevención de riesgos laborales.

REGULATORY APPLICATION IN THE DEVELOPMENT OF A SAFE WORK PROCEDURE FOR CLEANING TASKS ON THE HILLSIDE IN HYDRAULIC WORKS

ABSTRACT: The main objective is to propose safe work guidelines for the cleaning of rubble and stones of various sizes, at risk of detachment, from the hillsides of both banks of the Albigasta River, in the town of El Bolsón, Province from Catamarca, from heights of approximately 40 meters and through the use of a fall arrest system. The first step is to carry out an analysis of the existing facilities and verify them through basic engineering calculations, then proceed to investigate aspects related to the existing

legal and technical regulations that govern this type of task, resulting in elements such as IRAM 3622-1 Standards: Individual protection against falls from a height. Part 1: Fall arrest system, IRAM 3626 Standards: Individual protection against falls from height: Anchor devices. Requirements and test methods, IRAM 3605-1 Standards: Individual safety devices for the protection of people falling from a height. Requirements, Decree No. 911/96, Construction Safety, etc. Through the analysis of the aforementioned legal and technical regulations, it was possible to form a sufficient knowledge base to develop and propose the Hillside Cleaning Safe Work Procedure that would be organized with the following stages: - Calculation and verification of Work Facilities: Definition of standardized work method. Distribution and anchor point of lifeline. - Specification and Selection of Work Teams and P.P.s.: Technical specifications. Testing and Control of the components of the fall arrest system. - Training and Preparation of Human Resources: Safe work procedure. Staff training. Work permits at height. **KEYWORDS:** Standardization; Work organization; Work procedures; Individual protections; Prevention of occupational hazards.

INTRODUCCIÓN

Se busca proponer pautas para el desarrollo de las diferentes tareas relacionadas con este trabajo en particular en forma segura, teniendo en cuenta los distintos riesgos asociados, y particularmente el riesgo de caída desde altura, para la realización de la limpieza de escombros y piedras de tamaños diversos, en riesgo de desprendimiento, de ladera de cerro de ambos márgenes del río, en la localidad de EL Bolsón en la provincia de Catamarca (Argentina), desde alturas aproximadas a los 40 metros, donde se está construyendo una presa hidráulica. Este trabajo involucra para su realización el uso de un sistema anticaídas.

A través de la investigación de la normativa legal y técnica existente en el país que están relacionadas y rigen este tipo de tareas se logra formar una base de conocimiento suficiente para:

1. Analizar las condiciones de las instalaciones existentes donde se va a desarrollar el trabajo y proceder a verificar las mismas a través de consideraciones y cálculos básicos de ingeniería.
2. Desarrollar y proponer el Procedimiento De Trabajo Seguro De Limpieza De Ladera De Cerro que se organizaría en diferentes etapas, teniendo en cuenta que para controlar los riesgos durante la ejecución de los trabajos a realizar, mencionados arriba, es esencial disponer de un procedimiento que regule la concesión de permisos de trabajo. El objeto de este procedimiento es controlar el trabajo que se va a llevar a cabo, definiendo:
 - La actividad a realizar.
 - Las responsabilidades.
 - Medidas de protección y precauciones necesarias.

- Pruebas e inspecciones para comprobar que el trabajo ha sido bien realizado.
3. También se procede a especificar, a través de esta aplicación normativa, y establecer los requisitos y pruebas que deben cumplir los diferentes componentes del sistema anticaídas a utilizar, como ser: cinturones de seguridad, arneses, líneas de sujeción y líneas de vida, que se adquieran.

Aspectos normativos legales y técnicos

Para este tipo de tareas rigen las siguientes normas legales y técnicas

1. Normas IRAM 3622-1: Protección individual contra caídas en altura. Parte 1 . Sistema anticaídas.
2. Normas IRAM 3622-2: Protección individual contra caídas en altura. Parte 2. Sistemas de sujeción y posicionamiento.
3. Normas IRAM 3626: Protección individual contra caídas en altura: Dispositivos de anclaje. Requisitos y métodos de ensayo. Esta norma establece requisitos y métodos de ensayo de los dispositivos de anclaje destinados exclusivamente a ser utilizados con los equipos de protección personal contra caídas de altura.
4. Normas IRAM 3605-1: Dispositivos de seguridad individual para protección de personas en caída de altura. Requisitos y Métodos de ensayo. Establece los requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos de protección individual contra caídas de altura al que deben estar fijado el respectivo arnes anticaídas.
5. Decreto 911 de Seguridad en la Construcción.
6. Decreto 351 Reglamentario de Ley Nacional 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
7. Resolución SRT 1642/2009, elemento legal que establece entre otras cosas la implementación par determinados tipos de tareas de un “Permiso de Trabajo Seguro,” instrumentado en el Anexo I de la presente resolución, el que deberá ser confeccionado en forma previa al inicio de las tareas.

METODOLOGÍA

Requisitos Generales del Trabajo

La operación de limpieza del cerro estará a cargo de personal de la propia empresa constructora de la presa, y el trabajo se realizará desde alturas de 40 metros, por lo que se requiere de equipos de descenso. También resulta importante establecer que se desprende de la normativa analizada que, previo a que las tareas sean efectuadas debe ser confeccionado un Permiso de Trabajo en Altura, el cual podrá garantizar a todo el personal la inspección del área de trabajo, elementos de protección personal, responsabilidades durante la ejecución, firma de los responsables del sector, etc.

En primera instancia se realizara la selección del **sistema anticaídas** adecuado,

para lo cual deben considerarse sus características de diseño y de comportamiento en caso de caída, la presencia de obstáculos en las proximidades, la libertad de movimientos requerida por el trabajador para la ejecución de la tarea y la situación del punto de anclaje.

Un sistema anticaídas es un equipo de protección individual contra las caídas de altura que consta de un arnés anticaídas y de un subsistema de conexión fijado a un dispositivo anticaídas o a un punto de anclaje destinado a detener las caídas de altura (IRAM 3622-1).

Línea de anclaje flexible es aquella que no es rígida y puede ser una cuerda de fibra sintética con características equivalentes a las de la fibra poliamida o poliéster o un cable de acero que se fija en un punto de anclaje superior. (IRAM 3622-1).

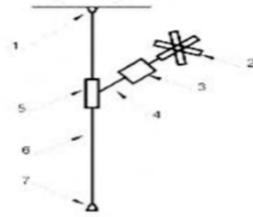
Punto de anclaje. parte no integrante del sistema anticaídas que permite el enganche del elemento de amarre o dispositivo anticaídas (sobre pared, viga, barra, etc.), que es capaz de resistir los esfuerzos en una eventual caída del usuario.(IRAM 3622-1).

Luego se procederá a realizar una descripción y análisis cualitativo de las estructuras relacionadas con los puntos de anclaje ya existentes en la obra.



Análisis del tipo de Sistema Anticaídas propuesto en la Norma IRAM 3622-1

El tipo de sistema anticaídas a utilizar para la realización de las tareas descritas, de acuerdo a las características de esta obra hidráulica, corresponde el tipo indicado en el apartado 4.4 de la Norma IRAM 3622-1 denominado: **Sistemas anticaídas con dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible.**



- 1 Punto de anclaje
- 2 Arnés anticaídas
- 3 Amortiguador de caídas
- 4 Elemento de amarre
- 5 Dispositivo anticaídas deslizante
- 6 Línea de anclaje flexible
- 7 Tope final, lastre o terminal inferior manufacturado fijo

Se observa entonces que el equipo estará conformado por una línea de anclaje flexible y un dispositivo anticaídas deslizante con bloqueo automático que está unido a la línea de anclaje flexible. Dicha línea de anclaje flexible puede ser una cuerda de fibras sintéticas o un cable metálico y se fija a un punto de anclaje superior. El amortiguador de caídas puede incorporarse ya sea al dispositivo anticaída deslizante, al elemento de amarre o a la línea de anclaje.

Propuesta de componentes para el Sistema Anticaídas analizado

En función del tipo de sistema anticaídas deslizante sobre anclaje flexible, que nos propone la normativa como el adecuado para este tipo de trabajo, y de las características particulares que posee el sector de trabajo, se realiza una primera descripción específica de los componentes del sistema:

- 1.-** Punto de anclaje conformado por barreno de 3 pulgadas y profundidad de 2.70 mts empotrados en pilar de hormigón armado de 0.80 x 0.80 y una línea de vida horizontal de cable de acero de 3/4".
- 2.-** Arnés anticaídas integral con cinturón y anclaje de sujeción anticaída ventral esternal y lumbar, con musleras acolchadas.
- 3.-** En este caso, no se utilizará amortiguador de caídas, sino solamente una cinta de línea de vida, debido a que la línea de anclaje flexible es una cuerda que tiene propiedades elásticas que amortiguarán la caída.
- 4.-** Cabo de anclaje sin absorbedor de energía, cinta de línea de vida.
- 5.-** Anticaída móvil equipado de un mosquetón de rosca · bloqueo automático ó manual · peso: 980 grs. · doble seguridad · disponible versión con cincha · conforme a la norma EN353-2 CE
- 6.-** Línea de anclaje flexible compuesto por:
 - Mosquetón automático de acero, cierre de doble bloqueo **-apertura: 50 mm**
-peso: 510 gramos -resistencia >450 daN conforme a la norma EN362 CE.

- Cuerda trenzada de poliamida de 14 mm de diámetro de mantenimiento ajustable, longitud máxima: 40 metros conforme a la norma EN354 CE.

También de acuerdo al análisis normativo, particularizado para las características de esta obra, se establece que en estos taludes, de acuerdo a su grado de inclinación o tipo de superficie, los operarios que trabajen en ellos deberán estar en constante suspensión del sistema de seguridad. Por esta razón los sistemas de seguridad estarán duplicados como en el caso de los trabajos de suspensión continua (**con doble sistema de cuerda y doble sistema de anclajes para cada cuerda**). Los taludes que entran en esta categoría son los que tienen una inclinación que va desde los 40°, 45° hasta los 90°.

Diseño de Puntos de Anclaje

Los puntos de anclaje son una parte no integrante del sistema anticaídas que permite el enganche del elemento de amarre o dispositivo anticaídas sobre pared, viga barra etc., que es capaz de resistir los esfuerzos de una eventual caída del usuario.

En esta obra se observa que habían sido construidos en la parte superior de la ladera del cerro, en el sector donde se debían realizar los trabajos de limpieza, un conjunto de estructuras. Específicamente, cubos de hormigón armado de 0.80 m x 0.80 y en cuyo interior y como eje del mismo se haya empotrado un barreno metálico incrustado a 2.70 metros de profundidad en la roca. Tras apreciar la resistencia de los materiales y la estructura, se decide utilizarlos como anclaje. Se dispondrán de puntos de anclaje separados como máximo por una distancia de 10 metros.

Cada punto de anclaje deberá soportar 20 KN por trabajador, esto equivale a 2.124 kilogramos.

A estos puntos de anclaje se fijará una **línea de anclaje flexible** (Norma Iram 3622-1), que es aquella que no es rígida y puede ser una cuerda de fibra sintética con

Características equivalentes a las de fibra poliamida o poliéster o un cable de acero que se fija en un punto de anclaje superior. En este caso se utilizó cable de acero de 3/4" de diámetro exterior.



Foto de un Punto de Anclaje.

Características del Punto de Anclaje existente

- Superficie de contacto de 0.80mts x 0.80 mts
- Base compuesta por 4 hierros N°25 incrustado a 0.60 mts
- Barreno de 3 pulgadas incrustado a 2.70 mts de profundidad
- 2 Estribos con hierro de N° 6
- Bloque de hormigón de 0.80 mts x 0.80 mts

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las verificaciones realizadas, cuyo planteo se detallan a continuación, permiten comprobar que los componentes del sistema anticaídas en cuestión son capaces de superar satisfactoriamente las comprobaciones de resistencia establecidas por la normativa específica y que se menciona en cada análisis que se realiza.

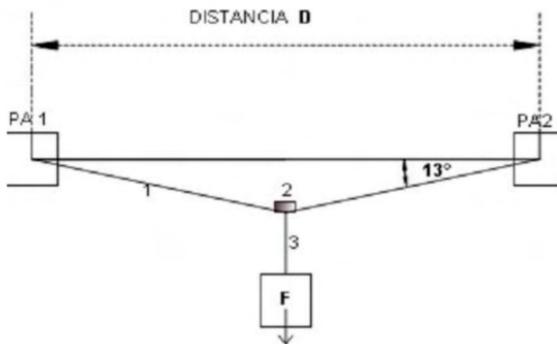
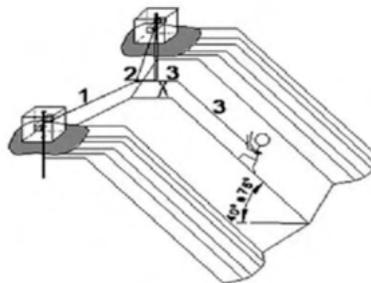


Diagrama de Fuerzas.



Esquema del Sistema de Trabajo.

Punto de Anclaje

Descripción del sistema de anclaje

El punto de anclaje está compuesto por una barra de acero de sección anular de 2" de diámetro, barra: segmento de barra de extensión Sandvick t 45 - mf 7737 -70, (punto de anclaje), la cual se encuentra empotrada a una profundidad de 2.70 mts en la roca natural, perforada la roca y empotrada la barra con lechada cementicia , la misma es de 1, 3/4 " , se encuentra en el centro del bloque de hormigón que posee 0.80 mts x 0.80 mts vinculado a 4 hierros n° 25 con empotrado de 0.60 mts en la roca con el mismo sistema que la barra principal y amurados con pie de hierro n° 6 .

Diámetro interno de la barra: 5,08 cm

Diámetro externo de la barra: 1,68 cm

Área de Barra (S): 18,25 cm²

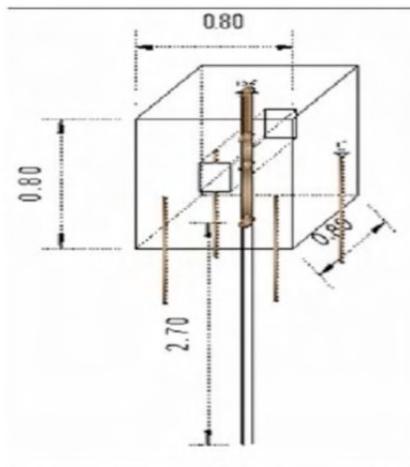
Considerando el tipo de estructura en la cual se encuentra empotrada la barra, el cual sujeta a la misma en ambos extremos dejando un canal prismático para acceder a la misma, se tendrán entonces dos secciones para el cálculo de resistencia de la barra.

$$2 \times S = 2 \times 18,25 \text{ cm}^2 = 36,49 \text{ cm}^2$$

Resistencia al corte del Acero (t c)

Valor de diseño característico de cada material. A partir del valor más bajo (600 kg/cm²), en este valor la barra comienza a sufrir deformación pudiendo llegar al corte en algunos casos.

Fuerza al corte que resiste la barra



Representación gráfica de la estructura de anclaje.

Verificación

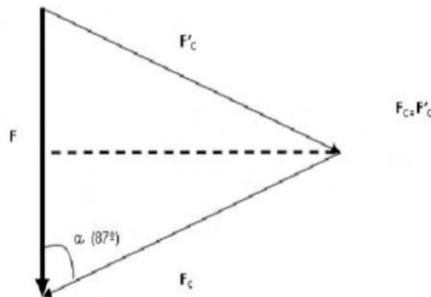
Considerando el tipo de estructura y de acuerdo a lo estipulado en la Norma IRAM 3626-4.2.2, el dispositivo de anclaje deberá resistir una fuerza de 10 KN, y si además se toma en cuenta que para este tipo de dispositivo de anclaje según IRAM 3626-4.2.3.b, la resistencia estática de todos los componentes del mismo deben soportar una fuerza igual a 2 veces la carga admisible, se tomará como *fuerza* para el cálculo de la verificación de la sección del caño de soporte del anclaje:

$$F = 20 \text{ KN} = 2039,4 \text{ KGf}$$

$$tR = F / 2 \cdot S = 2039,4 \text{ KGf} / 2 \cdot 18,25 \text{ cm}^2 = 55,88 \text{ KGf/cm}^2$$

Se verifica entonces que la estructura de anclaje resistirá el esfuerzo a que será sometida: $tR < t_c$

Considerando que se utilizará un sistema anticaídas del tipo con anclaje flexible, consistente en un cable de acero, se recalcula el esfuerzo de corte al que será sometido el punto de anclaje, teniendo en cuenta el cálculo de la carga en función de los ángulos existentes y de la situación más desfavorable para el sistema que se considera cuando la mayor distancia entre puntos de anclaje se encuentre a $D=29$ metros.



Descomposición de la fuerza actuante.

Cálculo de F_c :

$$\text{tg } a = \text{cat.opuesto} / \text{cat.adyac.} = 19,5 \text{ mts.} / 1 \text{ mt.} = 19,5$$

$$a = \text{arctg } 19,5 = 87^\circ$$

$$\cos a = (F/2)/F_c \text{ entonces } F_c = (F/2)/\cos \alpha = 10 \text{ KN} / \cos 87^\circ$$

$$F_c = 192,3 \text{ KN} = 19608,83 \text{ KGf}$$

Cálculo de tR' :

$$tR' = F_c / 2 \times S = 19608,83 \text{ KGf} / 2 \times 18,25 \text{ cm}^2 = 537,22 \text{ KGf/cm}^2$$

En función de los valores obtenidos se verificó entonces que la estructura de anclaje es apta y resistirá el esfuerzo en las condiciones más desfavorables de trabajo a que será sometida: $tR' < t_c$

Por otro lado, en cuanto a la línea de anclaje flexible la misma estará compuesta como se propone en el procedimiento de trabajo seguro, por un cable de acero de las siguientes características técnicas:

*“Estructura de 6x19 con alma de acero, que para un diámetro de **19 mm (3/4”)** como el propuesto, soporta una carga de trabajo de 23.700 KGf y posee una carga mínima de ruptura (**CMR**) de 180 KG/mm²”*

Estos valores característicos del cable son mayores que la carga a aplicar en el caso más desfavorable que es 19.608,83 KGf, la que producirá un esfuerzo de tracción sobre el cable $\sigma t = 19.608,83 \text{ Kg} / (3,14 * 9,5 \text{ mm}^2) = 70 \text{ Kg} / \text{mm}^2$

Este valor es menor que la CMR del cable. $\sigma t < \text{CMR}$

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Todos los componentes del sistema superan ampliamente la comprobación realizada (y expuesta bajo el subtítulo de verificación), frente a las diferentes exigencias de carga y considerando las especificaciones de coeficientes y disposiciones establecidas por las normativas mencionadas.

CONCLUSIONES

En la obra hidráulica de referencia, se desarrolló un procedimiento de trabajo seguro, el cual contaba con las siguientes etapas:

1) Verificación y cálculo de las instalaciones y elementos para trabajos en altura.

- Definición del método de trabajo normalizado (tipo de punto de anclaje).
- Distribución de línea de vida.
- Punto de anclaje de línea de vida.
- Sostenimiento de línea de vida.
- Cálculo de verificación de las instalaciones a utilizar.

2) Especificación Técnica y Normalización de equipos de trabajo y EPP.

Equipos de trabajo en altura y elementos de seguridad a utilizar:

- -Líneas de vida Horizontales. Línea de anclaje flexible.

Las líneas de vida horizontales deben ser metálicas de (3/4”) conectada como mínimo a dos anclajes que deben ser capaces de soportar una carga muerta de 2.124 kg por cada anclaje instalado por trabajador, aplicada en el centro de la línea y con amortiguador.

Especificaciones que debe cumplir el arnés de cuerpo completo:

- Cuerda de material sintético.
- Hebillas.

- Anillos tipo “D”, “O” y Oval.
- Ganchos de seguridad y mosquetones.
- Elemento contra caída o elemento de detención de caída de tipo corredizo.
- Elementos de Protección Personal EPP.
 - **3) Diseño y preparación de recursos humanos.**
- Recomendaciones de Trabajo Seguro.
- Capacitación del personal. Programa de capacitación específico.
- Registro de permiso de trabajo seguro en altura (Resolución SRT 1642/2009), en este elemento legal se estipula, entre otras cosas, que para trabajos en altura que superen los 4 (cuatro) metros a partir de la cota 0 (cero) o nivel inmediato inferior a la superficie de trabajo.

En particular, en este trabajo, se hace foco en la primera etapa, en la cual se desarrolló un análisis del sistema de trabajo en altura para las tareas de limpieza de ladera de cerro, tomando como base la normativa legal y técnica vigente para la estipulación de parámetros básicos y procedimientos estándar. Esto sirvió para la verificación del diseño y la selección de los componentes del sistema anticaídas.

A modo de complementar el objetivo del trabajo seguro, se elaboraron e implementaron herramientas, que permitiesen poner de manifiesto la importancia del consentimiento informado, en materia de seguridad y salud, a fines de minimizar los riesgos a correr por el trabajador.

Una de estas herramientas es el **permiso de trabajo seguro en altura**, de la que se presenta un modelo a continuación:

DEPARTAMENTO HIGIENE Y SEGURIDAD	PERMISO de trabajo seguro	Rev. 1.1
PRESA EL BOLSON	TRABAJO EN ALTURA	

Obra:

Sector:

Trabajo a realizar:

Solicitante:

Fecha y hora de inicio de control por SHYSL:

Parte 1 Generalidades (responder SI / NO)	Turno 1
Las condiciones climáticas son las adecuadas	
El personal posee los epp necesarios para la tarea	
Los operarios fueron capacitados para realizar la tarea	
El sector de limpieza está en condiciones optimas de trabajo	
El personal se encuentra en condiciones optimas para realizar la tarea	
Responsable de la evaluación	
Parte 2 Revisión de Equipos (responder SI / NO / NC - no corresponde-) y observaciones Desgaste Corrosión Grietas Cortes deshilachados	Turno 1
Arnés:	
Hebillas:	
Frenos antiácidas:	
Soga:	
Línea de vida:	
Responsable de la evaluación	
Parte 3 Señalización y Avisos (responder SI / NO)	Turno 1
El sector de trabajo se encuentra delimitado	
Solo se encuentra en zona de trabajo personal autorizado	
Responsable de la evaluación	
Parte 4 Medidas de seguridad a tomar	

Parte 5 AUTORIZACIÓN

Fecha: Hora de inicio: Hora de finalización prevista:

Personal operativo involucrado:		
1.-		
2.-		
3.-		
4.-		
SE HA INSPECCIONANDO EL AREA Y/O EQUIPO EN QUE SE VA A EFECTUAR EL TRABAJO Y SE HAN REALIZADO LAS OPERCIONES OPORTUNAS.		
CERTIFICAMOS QUE ESTE TRABAJO SE PUEDE EFECTUAR CON SEGURIDAD		
Autorizante	Firma	
Higiene y Seguridad	Aclaración	
Autorizante	Firma	
Capataz	Aclaración	

Finalmente, es importante mencionar que posteriormente y durante la cantidad

de días que involucró el desarrollo de las tareas de limpieza de ladera del cerro, no se registraron accidentes de trabajo y el sistema anticaídas resistió, permaneciendo en condiciones óptimas. Por lo que se puede concluir que, la aplicación de las etapas del procedimiento de trabajo seguro, es en gran parte responsable de esos resultados.



REFERENCIAS

1. Norma IRAM 3622-1 Protección individual contra caídas en altura. Parte 1. Sistema anticaídas.
2. Norma IRAM 3622-2 Protección individual contra caídas en altura. Parte 2. Sistemas de sujeción y posicionamiento.
3. Norma IRAM 3626 Protección individual contra caídas en altura: Dispositivos de anclaje. Requisitos y métodos de ensayo.
4. Norma IRAM 3605-1 Dispositivos de seguridad individual para protección de personas en caída de altura. Requisitos y Métodos de ensayo.
5. Decreto N° 911 de Seguridad en la Construcción.
6. Decreto N° 351 Reglamentario de Ley Nacional 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
7. Resolución S.R.T. N° 1642/2009.
8. Trabajos en altura. Seguridad y uso de EPI contra caídas. Juan R. Martínez Pascual. Editorial Fund. Confemetal. ISBN-13: 9788492735761

ÍNDICE REMISSIVO

SÍMBOLOS

5S 62

A

Acidentes 99, 101, 104, 105, 106, 107

Análise bibliométrica 18, 29

Análise comparativa 27

Autonomous 62

Averías 61, 62, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72

C

Ciclo de produção 19, 21, 27

Confiabilidad 10, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 69

Cost deployment 62

Curvas ABC 46, 47, 48, 49, 60

Custos de estocagem 46, 47

D

Diagnóstico ambiental 18, 19, 21, 27, 28

Disponibilidad 7, 8, 61, 65, 69, 70

E

Educação Matemática 74

Ensino nas Engenharias 74

Ensino remoto 74, 76, 77, 79, 83

Estocagem 31, 36, 37, 41, 44, 46, 47, 51, 53, 59

Expedição 31, 36, 37, 44

F

Focus improvemente 62

G

Gestão de estoques 46

Gestão dos materiais 47

Gestão por processos 31, 32, 43, 44, 45

I

Indústria metalúrgica 18

M

Mantenimiento 61, 64, 65, 66, 69, 70, 71, 72, 73, 91

Mapeamento de processos 30, 32, 33, 34, 43

Meio ambiente 21, 23, 28, 99, 101, 105, 110, 112

Modelo de lote econômico de compra 46

Movimentação 31, 36, 37, 41, 44, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

Movimentação de itens do estoque 53

N

Normalización 86, 95

O

Organización del trabajo 86

Otimização 33, 46, 47, 59

P

Passagem de fauna elevada 99, 101, 105, 106, 108, 109, 110

People involvement 62

Pilar 61, 62, 63, 65, 66, 67, 90

Prevención de riesgos laborales 86

Procedimientos de trabajo 86

Processo de fundição 19

Productividad 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 63, 65

Producto interno bruto 1, 4

Protecciones individuales 86

R

Recebimento 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

Rodovia 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 110

S

Standardisation 62

T

Taxa de consumo dos itens do estoque 56

Time based management 62

Trabajadores 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16

V

Visual management 62

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED PRODUCTION ENGINEERING 2

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED PRODUCTION ENGINEERING 2