

REVISTA

TEINNOVA

Una mirada de innovación
e investigación

6^{ta}
Edición



ISSN: 2500 - 7211

CENTRO DE DISEÑO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
INDUSTRIAL REGIONAL RISARALDA

CONTENIDO

PAG

Editorial	3
Diseño de un protocolo de ensayos de tracción a barras corrugadas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto, bajo las normas ntc 2289 y ntc 3353.	4
Análisis del visual merchandising en las ventas de las mipymes del área metropolitana centro occidente amco - risaralda.	21
Factibilidad técnica en la aplicación de escombros de escoria industrial para uso en obras de ingeniería.	35
Verificación de rugosidad en prototipo de proceso de acabado superficial wetblasting sobre acero inoxidable aisi 304.	44
Percepción de los aprendices frente a la didáctica kinestésica en la fpi, preencial del centro de comercio y servicios del sena regional risaralda.	58
Modelo de gestión de riesgos organizacionales para un sistema de gestión bajo los requerimientos de la norma ntc iso/ iec 17025:2017 "requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración."	68
Diseño del sistema de control electrónico para la adquisición de datos de un cultivo vertical de pleurotus ostreatus en el centro de desarrollo agroempresarial chí.á.	80
Páginas legales	89

EDITORIAL

La Revista TEINNOVA- Una mirada a la innovación, es una publicación de divulgación científica y tecnológica multidisciplinaria, de acceso abierto, que se dirige a la comunidad de investigadores de la investigación aplicada, nace en la estructura SENNOVA-Sistema de Investigación Innovación y Desarrollo Tecnológico del SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, de la Regional Risaralda. Como aporte a la divulgación y generación de conocimiento.

Su énfasis está en la publicación de artículos de investigación y desarrollo tecnológico, también se admiten artículos de revisión, en la medida en que surjan de la experiencia investigativa de los autores y brinden una perspectiva del área que están reportando.

La revista está dirigida a estudiantes- aprendices, profesores e investigadores de la comunidad académica regional y nacional.

Se vive en un mundo evolutivo, cada vez más tecnológico y ello no sería posible sin que se dispusiera de materiales con capacidad de satisfacer dicha demanda tecnológica. Así, podemos diseñar nuevos materiales, con propiedades eléctricas, magnéticas, mecánicas, ópticas, entre otros.

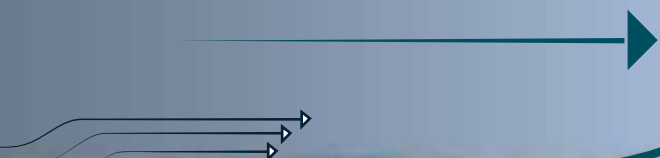


Esta publicación expone diversas temáticas en el campo de la energía, de los compuestos PET, de realidad virtual y su aplicación, la factibilidad técnica en la aplicación de escombros de escoria industrial.

Además, se presentan los resultados de trabajos de los semilleros de investigación como espacio de reconocimiento de los investigadores sus capacidades y talentos, ejecutados a partir de la ruta fenomenológica y hermenéutica.

Gracias a todas las personas que han aportado su desarrollo escritural, a los pares ciegos evaluadores y a los comités científicos, editoriales de la revista por hacer posible el crecimiento científico y académico como un propósito institucional y social.

MSc.Ing. Juan Carlos Garcia Buitrago



DISEÑO DE UN PROTOCOLO DE ENSAYOS DE TRACCIÓN A BARRAS CORRUGADAS DE ACERO DE BAJA ALEACIÓN PARA REFUERZO DE CONCRETO, BAJO LAS NORMAS NTC 2289 Y NTC 3353.

DESIGN OF A PROTOCOL FOR TENSILE TESTING OF LOW ALLOY STEEL REBARS FOR STEEL REBARS FOR CONCRETE REINFORCEMENT UNDER NTC 2289 AND NTC 3353. CONCRETE REINFORCEMENT, UNDER NTC 2289 AND NTC 3353 STANDARDS.



Breyner Stevens Largo Arboleda, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, Sena Regional Risaralda, Colombia, blargo@sena.edu.co

Diego Alejandro Ramírez Cardona, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, Sena Regional Risaralda, Colombia, daramireza@sena.edu.co

José Daniel López Chica, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, Colombia, jdlopezc@sena.edu.co

Resumen

Un ensayo de tracción para un material metálico permite realizar una caracterización mecánica de este, para ello se aplica una carga axial a un ítem de ensayo.

A medida que se aplica la carga se toman medidas de deformación, con las cuales se permiten construir la curva esfuerzo deformación, hasta el punto de carga máxima o resistencia máxima.

Con la construcción de la gráfica se obtienen características del material como son el esfuerzo de fluencia, el esfuerzo máximo y deformación después de la fractura; estos datos son muy importantes para la validación y evaluación de la calidad de los aceros que se van a utilizar en sectores como el acero corrugado el cual es un material de gran interés en la industria de la construcción, dado que este es usado en las obras para refuerzo de concreto en las estructuras con diseño sismo resistente.

No obstante, cuando realizan ensayos de tracción se presentan incógnitas con respecto a cómo los resultados se pueden afectar por causa de la velocidad del ensayo en la determinación de sus características mecánicas.

A pesar que para la ejecución de ensayos de tracción existen normas técnicas internacionales que proporcionan métodos y rangos adecuados para selección de la velocidad del ensayo, la elección final de esta queda aborta para que sea el analista quien decida sobre cuál es la más apropiada, sin embargo, cuando se desea comparar resultados entre distintos laboratorios de un mismo ítem o ítems similares, la elección de un método de velocidad y un valor de velocidad determinado, influyen en la comparabilidad de los resultados.

En este artículo se presenta diseñar un protocolo de ensayos de tracción a barras corrugadas utilizadas en la infraestructura, basados en las normas NTC 2289 BARRAS CORRUGADAS Y LISAS DE ACERO DE BAJA ALEACIÓN, PARA REFUERZO DE CONCRETO y NTC 3353 SIDERURGIA. DEFINICIONES Y MÉTODOS PARA LOS ENSAYOS MECÁNICOS DE PRODUCTOS DE ACERO.

El protocolo de ensayos consta de los requerimientos mínimos que debe tener un laboratorio SENA para realizar un ejercicio de intercomparación; estos laboratorios deben tener reconocimiento ante una entidad de tercera parte como es el Organismo de Acreditación de Colombia (ONAC) para realizar ensayos de tracción.

Fuera de los requisitos administrativos se describen los requisitos que se deben cumplir para ejecutar los ensayos, con base



a la capacidad operativa de la máquina universal de ensayo de cada centro se define la longitud mínima que se debe utilizar en las barras corrugadas, se plantean una serie de velocidades de acuerdo con los requisitos descritos en la norma NTC 3353 en el numeral 8.4 y el diámetro de la barra corrugada.

Una vez diseñado el protocolo de ensayos, para la parte experimental se propone realizar 108 ensayos entre los laboratorios que desean participar en la intercomparación, por lo que en el protocolo de ensayos se especifica la cantidad de probetas a ensayar de acuerdo con las velocidades establecidas con su respectiva designación que posteriormente servirá para realizar el análisis de los resultados por medio de herramientas estadísticas y determinar si la variación de velocidad en los diferentes diámetros de barras corrugadas influye en los resultados.

Con el protocolo de ensayos de tracción a barras corrugadas se pretende dejar plasmada una metodología de acuerdo con las normas técnicas colombianas (NTC) para mejorar la capacidad operativa de los laboratorios y se pueda prestar mayores servicios a la industria conservando los estándares altos de calidad sin que influya en los resultados de los mismos ensayos.

Palabras claves: Acero, Protocolo de ensayos, ensayos de tracción.

Abstract

A tensile test for a metallic material allows to perform a mechanical characterization of the material. An axial load is applied to a test item.

As the load is applied, deformation measurements are taken, which are used to construct the stress-strain curve, up to the point of maximum load or maximum resistance.

With the construction of the graph, characteristics of the material such as yield stress, maximum stress and deformation after fracture are obtained.

This data is very important for the validation and evaluation of the quality of the steels to be used in sectors such as corrugated steel, which is a material of great interest in the construction industry, since it is used in concrete reinforcement works in structures with seismic resistant design.

However, when performing tensile tests there are unknowns with respect to how the results can be affected by the speed of the test in determining your results can be affected by the speed of the test in determining its mechanical characteristics.

Although there are international technical standards for the execution of tensile tests that provide adequate methods and ranges for the selection of the test speed, there are international technical standards for the execution of tensile tests. the final choice of this is left to the analyst to decide on which is the most appropriate, however, when it is desired to compare results between different laboratories for the same or similar items, the choice of a velocity method and a given velocity value influences the comparability of the results.

This paper presents the design of a tensile test protocol for rebars used in

infrastructure, based on NTC 2289 used in infrastructure, based on the standards NTC 2289 CORRUGATED AND SMOOTH BARS OF LOW ALLOY STEEL FOR CONCRETE REINFORCEMENT and NTC 3353 SIDERURGY.

LOW-ALLOY STEEL SLABS FOR CONCRETE REINFORCEMENT and NTC 3353 SIDERURGY. DEFINITIONS AND METHODS FOR MECHANICAL TESTING OF STEEL PRODUCTS.

The test protocol consists of the minimum requirements that a SENA laboratory must have in order to carry out an intercomparison exercise, this is all guaranteed by a third party entity known as the Colombian Accreditation Body (ONAC, Organismo de Acreditación de Colombia) which is, again, the one in charge to perform the tensile tests.

In addition to the administrative requirements, the requirements that must be met to carry out the tests are described, with the requirements that must be met to perform the tests, based on the operating capacity of the universal testing machine of each center, the length of the minimum length that must be used in the rebars is defined, and a series of speeds are proposed according to the a series of speeds are proposed according to the requirements described in the NTC 3353 standard in numeral 8.4 and the diameter of the rebars to be used.

Once the test protocol has been designed, for the experimental part, it is proposed to perform 108 tests among the laboratories that wish to participate in the intercomparison, so the test protocol specifies the number of specimens to be

tested according to the established speeds with their respective designation, which will later be used to analyze the results by means of statistical tools and determine whether the speed variation in the different diameters of the rebars influences the results.

Keywords: Construction, Metallic Material, Steel Rebars,

Introducción

Con el aumento de las edificaciones en el país, el acero es el producto principal que se utiliza en ellas, ya que sirve como estructura o complemento a la estructura.

Las industrias siderúrgicas toman gran importancia en la fabricación de materiales metálicos, en este caso es el acero de baja aleación usado en las infraestructuras de concreto conocidas como barras corrugadas y mallas electrosoldadas.

Para el año 2021 en su primer semestre presento un crecimiento del 19% siendo uno de los sectores con mayor recuperación tras la pandemia, actualmente en Colombia existen 5 plantas siderúrgicas, ubicadas en Boyacá, Cali y Manizales.

Este panorama con respecto a la producción de acero nacional permite reducir las importaciones de países como China, Turquía, México, Brasil y Estados Unidos entre otros.

Los materiales importados presentaron algunas alteraciones en sus propiedades mecánicas, perjudicando su utilidad y aumentando la probabilidad de que estos materiales no soporten y presenten fallas, las siderúrgicas colombiana solicitaron al gobierno nacional intervenir ante estos

hallazgos por lo se emitió el decreto número 926 del 19 de marzo del 2010, modificado por los Decretos números 2525 de 2010 y 092 de 2011 (MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL 2011), en el cual se actualiza el reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10 (MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL 2010), incorporando en el título C, numeral 3.5 y exigiendo el cumplimiento a nivel nacional la Norma Técnica Colombiana NTC 2289 Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación, para refuerzo de concreto, así mismo expide por medio de la resolución número 0227 del 2015 el reglamento técnico aplicable al alambre de acero liso, grafilado y mallas electro soldadas para el refuerzo de concreto que se fabrique, importe o comercialicen en todo el territorio colombiano.

Ante estas nuevas reglamentaciones con el fin de salvaguardar la integridad de las obras donde se utilice dicho acero y velar por la seguridad se debe tener un procedimiento establecido donde se garantice la validez y confiabilidad de los resultados, con esto se debe cumplir con los requisitos estipulados en las normas de referencia y anteriormente mencionadas.

Para la verificación la calidad de los aceros uno de los ensayos más importantes es el ensayo de tracción, el cual es una de las técnicas experimentales más sencillas y por lo tanto la más usada con el objetivo de caracterizar un material en cuanto a sus propiedades mecánicas.

A partir de la curva fuerza-desplazamiento, se puede construir la curva esfuerzo deformación, hasta el punto de carga máxima o resistencia máxima.

Con la construcción de la gráfica se pueden obtener parámetros como lo son el esfuerzo de fluencia, el esfuerzo máximo, la deformación después de la fractura, la zona plástica e incluido la zona de rotura.

La velocidad en la ejecución de los ensayos mecánicos a materiales metálicos influyen en el resultado de sus propiedades mecánicas, las normas técnicas internacionales proporcionan métodos y rangos adecuados para selección de la velocidad del ensayo para que sea el analista quien decida sobre el más apropiado para la determinación de estas propiedades mecánicas.

Sin embargo, cuando se desea comparar resultados entre distintos laboratorios de un mismo ítem o ítems similares, la elección de un método de velocidad y un valor de velocidad determinado, influyen en la comparabilidad de los resultados, y teniendo en cuenta que estos ensayos se realizan bajo el mismo método y que son realizados por personal competente, equipamiento que tiene resultados trazables al Sistema Internacional de unidades, condiciones ambientales son controladas, pues no debería haber diferencias significativas, por otra parte, la comparabilidad entre resultados de laboratorios que tienen las características mencionadas anteriormente.

Con el diseño del protocolo de ensayos de tracción a barras corrugadas se pretende ampliar la capacidad operativa de cada CENTRO y que se puede prestar mayores servicios a la industria apoyado y velando por la calidad de los aceros utilizados, en el protocolo de ensayos se especifica un conjunto de velocidades con la que se aplica la fuerza por separación de los cabezales de la máquina universal de ensayos, se propone tres diferentes diámetros de barras corrugadas las cuales serán ensayadas, para posteriormente realizar

un análisis estadísticos y evaluar la influencia de la velocidad sobre los elementos ensayados.

El problema es claro no solo desde el aspecto técnico, sino también de la importancia normativa y proyecciones departamentales el marco de justificación es el adecuado para dar soporte a cómo y para qué se debe dar solución al problema identificado; donde es de importancia evaluar la influencia mecánica de la velocidad en el desarrollo de ensayos de tracción para la determinación de esfuerzos máximos en barras corrugadas de acero de baja aleación usados en infraestructura de concreto.

Hasta la fecha no hay documentado la afectación en los resultados a causa de la variación de velocidad en ensayos de tracción a barras corrugadas para la construcción.

Es por ello que esta investigación pretende establecer un protocolo de inter comparación y un diseño de experimento con el fin de realizar ensayos para dar respuesta de cuál es el posible efecto de la sensibilidad en los resultados del esfuerzo máximo en ensayos de tracción para aceros usados en infraestructura de concreto frente a variación de la velocidad del ensayo, permitiendo obtener un equilibrio entre la determinación de resultados confiables y el mejoramiento de las capacidades operativas de los equipos utilizados.

Diseño Metodológico

Antes de realizar el protocolo de ensayo de tracción a barras corrugadas se debe tener en cuenta el fundamento teórico, para así poder tener los suficientes argumentos para diseñar todos los pasos que se deben tener en cuenta para el ensayo de tracción.

Este se realiza a objetos a los que se

requieran analizar sus propiedades mecánicas, entre ellas tenemos esfuerzo de fluencia, esfuerzo de tracción, elongación; donde se aplica fuerzas en dirección axial actuando a lo largo del mismo.

En este caso, en las secciones transversales del objeto (barra) aparece sólo una fuerza longitudinal y las fuerzas transversales.

Esta fuerza transversal (de acuerdo con el método de las secciones) es igual a la suma algebraica de las fuerzas externas, que actúan de un lado de la sección, ver figura 1.

Figura 1

Fundamento de Tracción. Ejemplo Objeto a tracción



Nota. Creación Propia

El esfuerzo es un término muy importante en el momento de hablar de los ensayos de tracción, se denomina esfuerzo a la fuerza interior de un objeto con relación a la unidad de superficie en un punto de una sección dada, el esfuerzo este determinado por la ecuación 1.

Ecuación 1.

Diagrama de tracción de una probeta de acero de bajo contenido de carbono.

$$\sigma = \frac{N}{A}$$

Nota. Creación Propia

El esfuerzo límite se determina experimentalmente y es una propiedad del material.

Se considera como esfuerzo límite, el esfuerzo de resistencia en el caso de materiales frágiles y el esfuerzo de fluencia en el caso de materiales plásticos.

Los ensayos a tracción se realizan para obtener las características mecánicas del material.

Mediante el ensayo se traza el diagrama de la relación que existe entre la fuerza F , que estira la probeta, y el alargamiento de ésta.

Para que los resultados de los ensayos que se realizan con probetas del mismo material, pero de distintas dimensiones, sean comparables, el diagrama de tracción se lleva a otro sistema de coordenadas.

En el eje de las ordenadas se coloca el valor del esfuerzo normal que surge en la sección transversal de la probeta donde AO es el área inicial de la sección de la probeta, y sobre el eje de las abscisas, los alargamientos unitarios, donde AO es el área inicial de la sección de la probeta, y sobre el eje de las abscisas, los alargamientos unitarios.

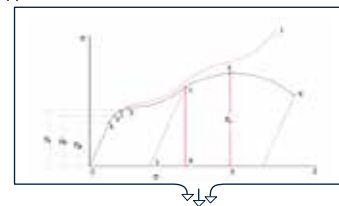
En la Ecuación 1 está representado, el diagrama de tracción de una probeta de acero de bajo contenido de carbono.

Como se puede observar, en el tramo O-A del diagrama las deformaciones crecen proporcionalmente a los esfuerzos, cuando éstos son inferiores a cierto valor.

Así, pues, hasta el límite de proporcionalidad es válida la ley de Hooke.

Figura 2

Aumento de Carga. Diagrama esfuerzo deformación



Nota. Creación Propia

Al aumentar la carga, el diagrama resulta ya curvilíneo. Sin embargo, si los esfuerzos no son superiores a cierto valor, B denominado límite de elasticidad, el material conserva sus propiedades elásticas, es decir, que, al descargar la probeta, ésta recupera su dimensión y su forma iniciales.

Al seguir aumentando la carga, llega un momento (punto C), cuando las deformaciones comienzan a aumentar sin un correspondiente crecimiento sensible del esfuerzo. El tramo horizontal CD del diagrama se denomina escalón de fluencia.

En el caso de ciertos materiales, el diagrama de tracción no tiene un escalón de fluencia bien acentuado. Para estos materiales se introduce el llamado, esfuerzo convencional de

fluencia.

Se denomina esfuerzo convencional de fluencia, el esfuerzo correspondiente a una deformación residual del 0,2%.

Después de que la probeta recibe cierto alargamiento bajo una carga constante, es decir, después de pasar el estado de fluencia, el material de nuevo adquiere la capacidad de oponerse al alargamiento (el material se endurece) y el diagrama, una vez rebasado el punto D, asciende, aunque con menos intensidad.

El punto E del diagrama corresponde al esfuerzo convencional máximo que se denomina límite de resistencia o resistencia temporal.

Cuando el esfuerzo se iguala al límite de resistencia, en la probeta se observa una reducción brusca y local de la sección, en forma de cuello. El área de la sección disminuye súbitamente en el lugar del cuello y, como consecuencia, se reduce la fuerza y el esfuerzo convencional. La rotura de la probeta ocurre por la sección menor del cuello.

Posterior a las bases teóricas para ejecutar ensayos de tracción a barras corrugadas se deben seguir unos pasos de acuerdo con la operación de la máquina universal de ensayos y los requerimientos de las diferentes normas que se apliquen.

Se recomienda como mínimo tener los siguientes elementos y seguir los siguientes pasos para ejecutar el ensayo.

Se debe contar con la máquina universal de ensayos para llevar a la rotura los ítems de ensayo y registrar la fuerza soportada por los materiales ensayados. Ver Figura 3

Figura 3.



Máquina Universal de Ensayos



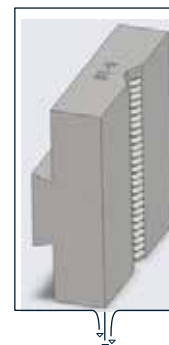
Nota. Creación Propia

Para el ensayo de tracción a barras corrugadas es necesario seleccionar adecuadamente las caras de las mordazas, los laboratorios participantes deben seleccionar las mordazas correctas para el agarre de los ítems de ensayos y cambiarlos cuando sea necesario de acuerdo con el número de designación de la barra corrugada, estas poseen una forma "acanalada" con el objetivo de garantizar la axialidad antes y durante el ensayo.

En la Figura 4 se muestran las caras de las mordazas disponibles en el laboratorio de Ensayos Mecánicos para el ensayo de tracción a barras corrugadas y lisas de acero para refuerzo de concreto.

Figura 4.

Mordazas para ítem de ensayo

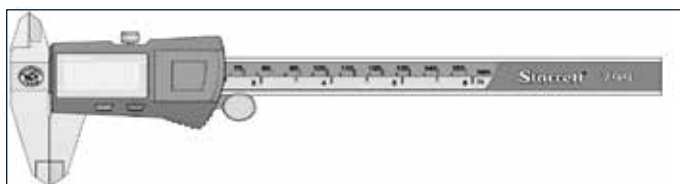


Nota: Creación Propia

Pie de rey digital o análogo para medir la longitud calibrada inicial y final del ítem de ensayo. Ver Figura 5.

Figura 5.

Pie de rey digital



Nota: Creación Propia

Cinta métrica para medir la longitud del ítem de ensayo, así como la distancia entre mordazas, Figura 6.

Figura 6

Cinta métrica.



Nota: Creación Propia

- El termohigrómetro para registrar la temperatura ambiente y humedad relativa, ver Figura 7.

Figura 7.

Termohigrómetro

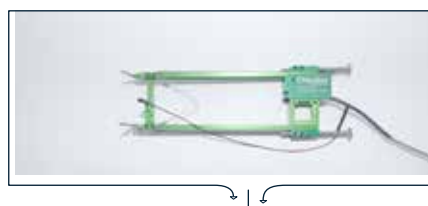


Nota: Creación Propia

El extensómetro electrónico para la determinación de la resistencia a la fluencia por el método de desplazamiento (offset al 0,2%), ver Figura 8.

Figura 8.

Extensómetro del laboratorio.



Nota: Creación Propia

Marcar de la longitud calibrada deben ser marcas finas o puntos; se pueden realizar con un marcador permanente de punta fina y la regla graduada o la cinta métrica, realizando el siguiente paso, ver esquema en la Figura 9.

Mida la longitud total del ítem de ensayo, esta no debe ser menor que la suma de 2 veces la longitud de agarre, más la longitud calibrada, más 4 veces el diámetro nominal del ítem de ensayo, así:

Ecuación 2

Formula de longitud de Ensayo

$$2l + L_0 + 4d > L_t$$

Nota: Creación Propia

Siendo:

l: Longitud de agarre.

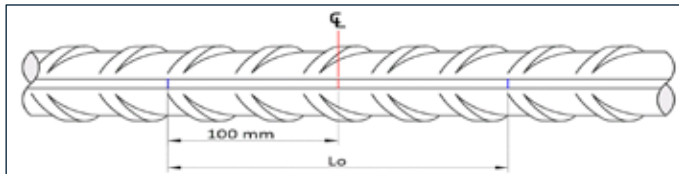
L₀: Longitud calibrada.

d: Diámetro nominal.

L_t: Longitud total.

Figura 9

Marcación de la longitud calibrada.



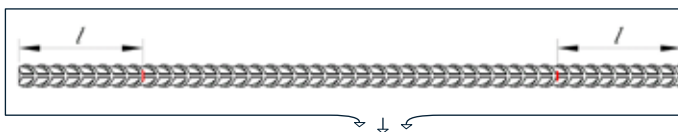
Nota: Creación Propia

Marcar de la longitud de agarre tomando como referencia el extremo de la barra.

La longitud de agarre depende de la necesidad de cada máquina universal de ensayo, ver Figura 10.

Figura 10.

Marcación de la longitud de agarre.



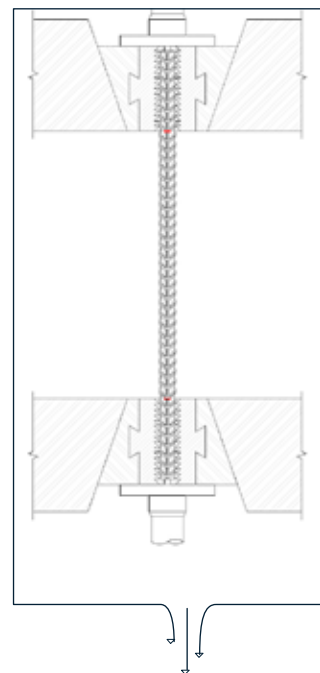
Nota: Creación Propia

Ubicar el ítem de ensayo entre las mordazas de la maquina universal de ensayo, en la Figura 11 se muestra el esquema del montaje del ítem de ensayo entre las mordazas.

Figura 11.

Ítem de ensayo sujeta de los extremos

(Ver figura columna siguiente).



Nota: Creación Propia

Programar el ensayo con los datos de entrada correspondientes a la velocidad con la que se aplica la fuerza, diámetro nominal para el cálculo de los esfuerzos.

Ubicar el extensómetro en el ítem de ensayo es el paso que antecede a la ejecución del ensayo, ver montaje Figura 12.

Figura 13.

Ilustración del montaje del extensómetro del laboratorio de Ensayos Mecánicos.



Nota: Creación Propia

Iniciar el ensayo para obtener la gráfica de esfuerzo contra deformación y determinar las propiedades mecánicas de interés, en la Figura 13 se evidencia una curva esfuerzo de formación de un ensayo de tracción.

Figura 13.

Diagrama esfuerzo-Deformación con comportamiento de fluencia discontinua.



Nota: Creación Propia.

Una vez finalizado el ensayo determinar el porcentaje de elongación del ítem de ensayo. Si cualquier parte de la fractura ocurre dentro de la porción media del ítem de ensayo, es decir, dentro de los 50 mm marcados a cada lado del center line, el laboratorio puede determinar el porcentaje de elongación después de la fractura como sigue, en la Figura 15 se observa un montaje para tomar la elongación del ítem de ensayo.

Mida la longitud final entre las marcas realizadas inicialmente de la longitud calibrada y determine el porcentaje de elongación después de la fractura como:

Ecuación 3

$$A(\%) = \frac{(Lu - Lo)}{Lo} \times 100$$

Donde:

Lo: Longitud calibrada original.

Lu: Longitud final.

Nota: Creación Propia.

Figura 14.

Ejemplo de montaje de un ítem para determinar porcentaje de elongación después de la fractura usando los elementos de Fijación por sujeción mecánica



Nota: Creación Propia.

En trabajo colaborativo con el Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria (ASTIN) se planteó la metodología y se diseñó el protocolo de ensayos que se llevó a cabo para ejecutar la totalidad de los ensayos.

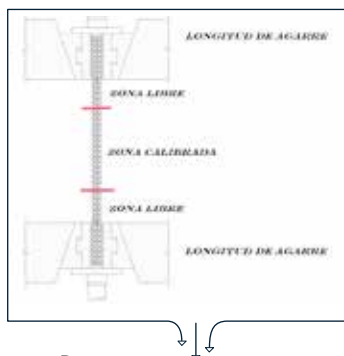
La metodología planteada, consistió en definir el procedimiento para determinar las longitudes de las barras y la velocidad con la que se seleccionan las velocidades. También se planteó la manera con la que realiza el análisis estadístico de los resultados obtenidos.

Con base a la longitud de agarre se determina la longitud total del ítem a ensayar, esto se realiza de acuerdo con el numeral 15.2.1 de la norma NTC 2289, donde especifica que los ítems

a ensayar debe ser de una longitud calibrada de 200 mm, más una distancia libre de dos (2) veces el diámetro en cada extremo de la barra, más la longitud de agarre. Ver Figura 15.

Figura 15

Longitud Total



Nota: Creación Propia

Con la ecuación 4 se determina la distancia total de los ítems de ensayo, esta ecuación se aplica de acuerdo con el diámetro de barra que se utilice y a la longitud de agarre para cada máquina universal de ensayos. De esta manera se determina la longitud total de las barras para cada uno de los centros. Ver tabla 2.

Ecuación 2

$$Lt = Lc + 2(2 \times \phi)$$

Donde:

Lt = Longitud total

Lc = Longitud calibrada

ϕ = Diámetro nominal de barra corrugada

Una vez determinada las longitudes totales de las barras corrugadas que se van a ensayar en cada uno de los Centros se determina las velocidades que se van a utilizar y la cantidad de ítems a ensayar. Las velocidades seleccionadas, longitud de ítems y cantidad de ítems son datos

esenciales para el protocolo de ensayos ya que en este se especifica el paso a paso y los requerimientos solicitados para realizar una intercomparación de los resultados obtenidos.

De acuerdo con los requerimientos de la norma NTC 3353 y la capacidad de trabajo de las máquinas universales de ensayos se procede a seleccionar las velocidades correspondientes para barras corrugadas que se deseen ensayar.

Ecuación 5

velocidad máxima para fluencia.

$$= 1/16 \times (\text{Longitud calibrada} + 4 \text{ veces el diámetro})$$

Ecuación 6

Velocidad mínima para fluencia

$$= 1/10 \times \text{Velocidad de fluencia máxima.}$$

Para el cálculo de la velocidad máxima y mínima se realiza de acuerdo con la ecuación 7 y ecuación 8.

Ecuación 7

Velocidad de tracción mínima

$$= 1/2 \times (\text{Longitud calibrada} + 4 \text{ veces el diámetro})$$

Ecuación 8

Velocidad de tracción mínima

$$= 1/10 \times \text{Velocidad de tracción máxima}$$

Los ítems de ensayos se extraerán de barras de seis (6) metros de longitud, las cuales

son de un mismo lote y una misma colada con el fin de garantizar la trazabilidad y homogeneidad de los resultados.

Los laboratorios participantes deben realizar los ensayos de acuerdo con los métodos de ensayos establecidos por la norma NTC 2289:2020, NTC 3353:2019 y NTC 2:2018 y los requerimientos establecidos en el protocolo.

Por último, se propone para el análisis de los resultados y evaluar el sistema de medición de las variables y los niveles está dada por el estudio R&R; que por medio de un análisis de varianza ANOVA, con un diseño factorial de dos factores con interacción, teniendo en cuenta el supuesto de homogeneidad entre las barras utilizadas y dado que una misma designación será evaluada por todos los laboratorios participantes.

El uso de ANOVA permitirá descomponer la varianza de cada componente y su interacción, así como determinar la repetibilidad y reproducibilidad del sistema de medición.

Dado que se usarán designaciones diferentes de barras corrugadas, se propone separar el análisis por cada una de ellas, es decir, hacer un estudio R&R por cada designación, puesto que de antemano se sabe, que lo más probable es que se tengan diferencias significativas debidas a la designación usada, diferencias asignables a la composición misma de la barra.

De aquí, las diferencias que se encuentren y se determinen como importantes, serían asignadas al laboratorio y a la velocidad usada. En la tabla 1 se observa las fuentes de variación con sus respectivos niveles.

Tabla 1

Fuentes de variación y sus niveles

Fuente de variación	Niveles	Descripción
Laboratorio	4	<i>Laboratorios acreditados por ONAC</i>
Velocidad	3	1,5 Rp y 12 Rm – Velocidades bajas 8,0 Rp y 20 Rm – Velocidades intermedias 15 Rp y 60 Rm – Velocidades altas
Designación barra corrugada	3	No. 3 (9,525 mm), No. 5 (15,875 mm) y No. 7 (22,225 mm)

Nota: Creación Propia.

De acuerdo con las variables establecidas y a los niveles que se obtuvieron se determina que cada laboratorio participante realizara 108 ensayos de tracción en total. En la tabla 2 se observa el análisis de varianza ANOVA de dos factores con interacción

Tabla 2

Análisis de varianza ANOVA de dos factores con interacción

Fuente de variación	GL	SC	MC	F	P
Laboratorio	$k-1$	SS_L	$MC_L = SS_L / (k-1)$		
Velocidad	$n-1$	SS_V	$MC_V = SS_V / (n-1)$		
Interacción	$(n-1)(k-1)$	SS_{LV}	$MC_{LV} = SS_{LV} / ((n-1)(k-1))$	MC_V / MC_L	
Repetibilidad	$nk(r-1)$	SS_R	$MC_R = SS_R / (nk(r-1))$		
Total	$nkr-1$	TSS			

Nota: Creación Propia

Se asume un valor Alpha (α) de 0,05 % como criterio de decisión. Si el valor P es inferior al valor α , se considera como significativa la fuente de variación relacionada, en otras palabras, dicha fuente se considera importante.

La descomposición de la varianza permite llegar a los porcentajes de contribución que tiene cada fuente a la variación total, lo cual permitirá obtener el porcentaje del R&R del sistema de medición. De acuerdo con (Chrysler Group LLC, Ford Motor Company, General

Motors Corporation, 2010), si este porcentaje está por debajo del 10% se considera ideal; si está entre el 10 % y el 30 % aceptable pero sujeto a mejorar y, si está por encima del 30 % es inaceptable.

Las rutinas para ejecutar los cálculos requeridos se encuentran disponibles en software estadístico tal como Minitab o R, o se podrían construir algoritmos en hojas de cálculo de Excel, siguiendo los lineamientos del MSA 4ta edición. Los resultados de los ensayos ejecutados serán utilizados para uso académicos y de investigación, por ende, los resultados pueden ser publicados en artículos, ponencias y donde sea necesario la divulgación de los resultados.

La toma de muestras se realiza mediante la preparación de probetas que provienen de barras de un máximo de 6 metros de largo, el total de barras disponibles oscila entre 11 y 12 unidades según designación. Se asume homogeneidad entre barras de una misma designación.

Resultados.

Para ejecutar ensayos de tracción a barras corrugadas se debe seguir las recomendaciones y el paso a paso del protocolo de ensayos, posteriormente se propone una intercomparación entre laboratorios, con lo que se pretende evaluar la variación de la velocidad con la se aplica la fuerza para ejecutar un ensayo de tracción y observar los posibles efectos que se presente en los resultados.

Los laboratorios que participen deben en la intercomparación deben estudiar detenidamente el protocolo de ensayos y cumplir con los requisitos y recomendaciones establecidos en el, principalmente en la selección de las velocidades que se van a evaluar, las longitudes de los ítems de ensayos, corte y designación de los ítems, ejecución de los ensayos y los variables que se deben reportar

para realizar el análisis de los resultados.

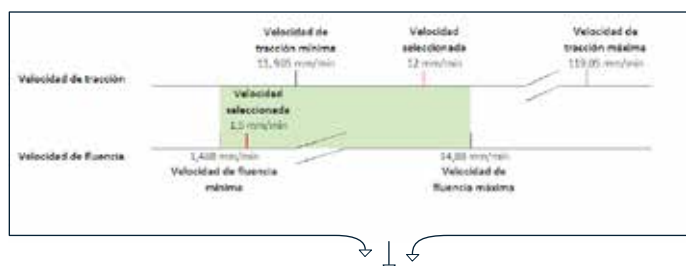
A continuación se muestra a manera de ejemplo y con base a las ecuaciones 5, 6, 7 y 8 anteriormente nombradas como se selecciona los diferentes valores para las velocidades con las que se realizaran el ensayo. Como ejemplo se tiene una barra corrugada No. 3.

- Velocidad de fluencia máxima = $1/16 \times$ (Longitud calibrada + 4 veces el diámetro)
- Velocidad de fluencia máxima = $1/16 \times (200 \text{ mm} + (4 \times 9,525 \text{ mm}))$
- Velocidad de fluencia máxima = 14,88 mm min
- Velocidad de fluencia mínima = $1/10 \times$ Velocidad de fluencia máxima
- Velocidad de fluencia mínima = $1/10 \times 14,88 \text{ mm min}$
- Velocidad de fluencia mínima = 1,488 mm min
- Velocidad de tracción máxima = $1/2 \times$ (Longitud calibrada + 4 veces el diámetro)
- Velocidad de tracción máxima = $1/2 \times (4 \times 9,525 \text{ mm})$
- Velocidad de tracción máxima = 119,05 mm min
- Velocidad de tracción mínima = $1/10 \times$ Velocidad de tracción máxima
- Velocidad de tracción mínima = $1/10 \times 119,05 \text{ mm min}$
- Velocidad de tracción mínima = 11,905 mm min

En la Figura 16 se muestra el diagrama donde se especifican la velocidad de tracción mínima, velocidad de tracción máxima, velocidad de fluencia mínima y velocidad de fluencia máxima, en la zona demarcada se muestra las velocidades seleccionadas para ejecutar los ensayos de tracción en una barra corrugada No. 3.

Figura 16

Esquema de velocidades para barra corrugada No.3



Nota: Creación Propia

La longitud de los ítems se calculan de acuerdo con la ecuación 2, en este caso se observa un ejemplo para una barra corrugada No.3 y un área de agarre de una máquina universal de ensayos de un laboratorio X de 75 mm por cada extremo.

$$L_c = 200 \text{ mm}$$

$$\phi = 9,525 \text{ mm}$$

$$L_t = L_c + 2(2 \times \phi)$$

$$L_t = 200 \text{ mm} + 2(2 \times 9,525 \text{ mm})$$

$$L_t = 238,1 \text{ mm}$$

Con base al resultado obtenido se determina que para el laboratorio X, con el área de trabajo la longitud total del ítem es de 238,

mm para una barra corrugada No.3.

En el momento de realizar el corte de los ítems de ensayo se deben ser cortados garantizando la longitud necesaria en función del diámetro nominal y la longitud de agarre de cada una de las máquinas de los laboratorios que estén participando en una intercomparación, cumpliendo los requisitos mínimos para ejecutar un ensayo de tracción; también se garantiza que los ítems de ensayo estén libres de soldaduras, cemento ni presencia de óxido, ni de corrosión que afecte la integridad de la muestra que se va a ensayar.

Posterior al corte los de las barras estas son marcadas inmediatamente por la designación sugerida en el protocolo de ensayos.

La identificación de los ítems de ensayo de tracción en la intercomparación de laboratorios deben estar identificadas. Esta identificación no se debe modificar en ningún momento cuando se estén ejecutando los ensayos, esto con el fin de garantizar la trazabilidad en todo el proceso y que no afecte el estudio estadístico.

La Identificación será de la siguiente manera, ver tabla 3.

Tabla 3

Identificación de las barras

D	#	-	Z	#	-	N	#	-
Barras corrugadas	Número de designación de la barra corrugada	-	Zona de donde se extrae la muestra	Número asignado de la zona	-	Número de la barra utilizada	Número asignado a la barra	-

Rp	#	-	Rm	#
Velocidad para la resistencia a la fluencia	Valor de la velocidad correspondiente al ítem de ensayo	-	Velocidad para la resistencia máxima	Valor de la velocidad correspondiente al ítem de ensayo

Nota: Creación Propia

[illegible]

Nota: Creación Propia

- Designación de ítem: Se refiere a la designación del ítem de ensayo.
- No. De informe de Ensayo: hace referencia al número del informe de resultados.
- R_m (MPa): Resultado del esfuerzo máximo.
- R_p Método Autográfico MPa: Se refiere al método utilizado para calcular el esfuerzo de fluencia.
- R_p Método offset (0,2%) MPa: Se refiere al método utilizado para calcular el esfuerzo de fluencia.
- A %: Porcentaje de elongación del ítem de ensayo
- Velocidad de fluencia (mm/min): Velocidad utilizada para el esfuerzo de fluencia.
- Velocidad máxima (mm/min): Velocidad utilizada para el esfuerzo máximo.
- Observaciones: En el caso que se requiera comentar algo sobre el ítem de ensayo.

En la Figura 17 se muestra un ejemplo del formato utilizado para la adquisición de los datos.

Formato adquisición de datos

Discusión y conclusiones

El presente trabajo confirma que la condiciones dimensiones de longitud de las muestras de ensayo para cada uno de los laboratorios participantes son diferentes y dependen directamente de la disposición de la máquina de ensayos usada en cada uno de ellos, es por esto que para el uso correcto de la guía de ensayos se debe contar con muestras con medidas específicas para el uso en cada uno de los laboratorios.

Si bien es cierto que los rangos de velocidad del ensayo están incluidos en la norma NTC 3353, esta establece que dichos rangos se deben calcular con base en las condiciones de las máquinas de ensayos usada y no se tienen rangos de velocidad específicos que permitan relacionar resultados de esfuerzo máximo a altas velocidades con los resultados experimentales obtenidos en el ensayo.

Con el protocolo de ensayos se pretende tener un documento guía para realizar una intercomparación entre laboratorios y conocer la influencia que tiene el cambio de la velocidad con la que se aplica la fuerza para un ensayo de tracción a diferentes diámetros de barras corrugadas. Por lo que se invitara a otros laboratorios que cumplan con los requisitos mínimos del protocolo y realizar el ejercicio de intercomparación.

5. Referencias Bibliográficas

EPM, (2019), NORMA DE CONSTRUCCIÓN ACERO DE REFUERZO. Consultado en: https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/Aguas/NC_MN_OCO7_07_Acero_de_refuerzo.pdf?ver=2019-03-19-113444-017

F. Gálvez, J.M. Atienza, J. Ruiz, M. Elices.
EL EFECTO DE LA VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN EN LA ROTURA DE ALAMBRES DE ACERO DURANTE

EL TREFILADO. Consultado en: https://www.researchgate.net/profile/F_Galvez/publication/266070388_EL_EFECTO_DE_LA_VELOCIDAD_DE_DEFORMACION_EN_LA_ROTURA_DE_ALAMBRES_DE_ACERO_DURANTE_EL_TREFILADO/links/5506c3ce0cf2d60c0e6d8a1d.pdf.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL (2011). Decreto 92. (17, enero, 2011), Por el cual se modifica el Decreto 926 de 2010. (Diario Oficial 47957, enero 19 de 2011 y Diario Oficial 47969, enero 31 de 2011). Bogotá. Colombia.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL (2010). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. NSRIO, Segunda actualización. Bogotá: Asociación colombiana de ingeniería sísmica. AIS, 2010. Bogotá. Colombia.

ICONTEC (2010), NTC 2289 barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto. Octava actualización. Bogotá. Colombia. ICONECTC.

ICONTEC (2019), NTC 3353. Definiciones y métodos para los ensayos mecánicos de productos de acero. Bogotá. Colombia. ICONECTC.

**ANÁLISIS
DEL VISUAL
MERCHANDISING EN
LAS VENTAS DE LAS
MIPYMES DEL ÁREA
METROPOLITANA
CENTRO OCCIDENTE
AMCO – RISARALDA**

**ANALYSIS OF VISUAL
MERCHANDISING IN THE SALES
OF MSMES IN THE CENTRAL
METROPOLITAN AREA WEST
AMCO - RISARALDA**

Gustavo Tangarife Arias, Centro al Sector Agropecuario, Sena Regional Risaralda, gtangarife@sena.edu.co

Claudia Milena Pineda Tangarife., Centro de Comercio y Servicios, Sena Regional Risaralda, cpinedat@sena.edu.co

Liliana Patricia Osorio Alvarez, Centro Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, Sena Regional Risaralda, lposorio@sena.edu.co

Jessica Lizeth Zamora Ruiz, Centro de Comercio y Servicios, Sena Regional Risaralda, jessicazamora599@gmail.com

Paula Andrea Botero Cardona, Centro de Comercio y Servicios, Sena Regional Risaralda, paulitab051@hotmail.com

Resumen

Esta investigación surgió en el proceso de formación de los programas de Tecnología en Gestión de Mercados y Dirección de Ventas del SENA regional Risaralda. Las MiPymes del Área Metropolitana Centro Occidente AMCO, realizan en la actualidad actividades con el propósito de hacer del espacio comercial un sitio más agradable para el cliente; sin embargo, no se han logrado los resultados esperados.

Una de las causas identificadas en las MiPymes fue el desconocimiento del impacto del Visual Merchandising como técnica permitiendo organizar de forma lógica y estratégica los productos para el cliente. No se logró captar la atención de los consumidores, ni generar la confianza y el placer en sus compras, esto hace que al final no se vieran reflejados impactos positivos en las ventas y los ingresos.

Según afirma Rafael González (2018),

experto en experiencia de compra por impulso "Los estudios muestran que más del 70% de la decisión de compra está motivada por el impulso visual y sensorial". De hecho, otro estudio realizado por la Asociación POPAI (Asociación internacional de punto de venta) (2021), apunta que entre el 50% y el 65% de las ventas no son planificadas, lo que nos demuestra que la compra impulsiva, es un tema de alto interés y de gran importancia en el mercado.

En un conversatorio sobre el Visual Merchandising realizado en el Centro de Comercio y Servicios del Sena Risaralda, se establecieron por parte de los asistentes las barreras que afectan la aplicación de esta técnica, algunas de las cuales incidieron en alto o bajo grado de acuerdo al nivel de poder e interés en el objetivo de compra, esas barreras impactaron a los mismos empresarios, a los profesionales visual, a los comerciales y al consumidor final; estas así mismo, dificultaron el avance e implementación de las nuevas técnicas o estrategias de mercadeo, entre otras variables, las cuales se corroboraron con la investigación.

Al finalizar el proyecto de investigación se logró: (i) analizar la gestión comercial a partir de la aplicación de la técnica del Visual Merchandising en las MiPymes del Área Metropolitana Centro Occidente AMCO (ii) caracterizar las MiPymes frente a la aplicación de la técnica de Visual Merchandising, y (iii) seleccionar las estrategias idóneas para el fortalecimiento de su aplicación. Para esto se abordó el alcance de los objetivos desde un enfoque cualitativo, que permitió analizar el problema mediante la interpretación y comprensión de los procesos y resultados del impacto del proyecto, siendo así un estudio descriptivo, explicativo y evaluativo; el análisis de los datos con este enfoque permitió descubrir nuevos temas y conceptos inmersos en los datos recolectados.

Palabras claves. Merchandising, Vitrina, Visual, Ventas, Estrategia.

Abstract

This research occurred in the training process of the Technology in Market Management and Sales Management programs of the Risaralda regional SENA. The MiPymes of the Western Central Metropolitan Area AMCO, currently carry out activities with the purpose of making the commercial space a more pleasant place for the client; however, the expected results have not been achieved. One of the causes identified in the MiPymes was the lack of knowledge of the impact of Visual Merchandising as a technique allowing to organize products for the client in a logical and strategic way. It was not possible to capture the attention of consumers, nor generate confidence and pleasure in their purchases, this means that in the end positive impacts on sales and income were not reflected.

According to Rafael Gonzales, an expert in the impulse buying experience, "Studies show that more than 70% of the purchase decision is motivated by visual and sensory impulses." In fact, another study carried out by the POPAI Association (International Point of Sale Association) points out that between 50% and 65% of sales are not planned, which shows us that impulse buying is a highly interest and great importance in the market.

In a conversation about Visual Merchandising held at the Sena Risaralda Center for Commerce and Services, the barriers that affect the application of this technique were established by the attendees, some of which had a high or low incidence according to the level of power and interest in the purchase objective, these barriers impacted the entrepreneurs themselves, the visual professionals, the commercials and the final consumer; these likewise, hindered the advancement and implementation of new techniques or marketing strategies, among other variables, which were corroborated with the

investigation.

At the end of the research project, it was possible to: (i) analyze commercial management based on the application of the Visual Merchandising technique in the MiPymes of the Western Central Metropolitan Area AMCO (ii) characterize the MiPymes against the application of the technique of Visual Merchandising and (iii) select the best strategies to strengthen your application. For this, the scope of the objectives was approached from a qualitative approach, which allowed analyzing the problem through the interpretation and understanding of the processes and results of the project's impact, thus being a descriptive, explanatory, and evaluative study; The analysis of the data with this approach allowed to discover new themes and concepts immersed in the collected data.

Keywords: Merchandising, Showcase, Visual, Sales, Strategy.

Introducción

En el departamento de Risaralda se encuentran medianas y pequeñas empresas (MiPymes) con procesos de fabricación con altos estándares de producción, materiales de calidad competitiva, procesos logísticos estandarizados, entre otras fortalezas. Sin embargo, se evidencia la necesidad de identificar dentro de los procesos productivos, la aplicación de las técnicas de exhibición, diseño de vitrinas, montajes de escenografías y conocimiento del ADN del target porque como afirma Mouton (1992) "No hay comercio sin consumo ni Merchandising sin conocimiento del consumidor".

Según la Cámara de Comercio de Pereira en su informe "Evaluación de la Economía de Risaralda y Pereira año 2016 (2017)": "Del total de establecimientos empresariales de los 12 municipios con jurisdicción de la Cámara de Comercio de

Pereira el 93,6% son clasificados como microempresas, el 4,9% pequeñas empresas. Es decir, el 98,5% son unidades pymes, donde un porcentaje de ellas se encuentra en proceso de fortalecimiento”.

El Visual Merchandising es el conjunto de técnicas estratégicas buscando la seducción del cliente en el punto de venta, partiendo desde el diseño de la tienda, seguido por la distribución, la iluminación, el olor, el sonido y todos los aspectos tangibles e intangibles dentro y fuera de la vitrina; hasta lograr una conexión directa con el cliente.

El proceso de cautivar el cliente y la acción final del proceso de compra es de importancia significativa según GFK Group (2009): “el 70% de las decisiones de compra se toman en el punto de venta”.

Planteamiento Del Problema

Las pequeñas y medianas empresas ahora llamadas mi Pymes del Área Metropolitana Centro Occidente AMCO – Risaralda, desde la necesidad de vender, realizan actividades empíricas, sin una planeación definida, intentando hacer de un espacio comercial un sitio más atractivo para los clientes, que genere mayor impacto en las ventas, sin embargo, en muchas direccionamiento van en ocasiones estos esfuerzos equivocados en su contra del logro de los resultados esperados.

El desconocimiento del Visual Merchandising en la dinámica del Mercadeo visto desde la vaga implementación de las técnicas y estrategias por quienes se dedican a la administración de las vitrinas y escaparates de los establecimientos y las falencias para crear estrategias en el punto de venta; dificultaron los vínculos afectivos con los clientes y por ende el posicionamiento del producto, el impacto visual de la imagen, el ingreso al establecimiento y la percepción de los clientes, no creó recordación positiva de marca, dándose una baja rotación de inventarios y un decrecimiento económico, actividades

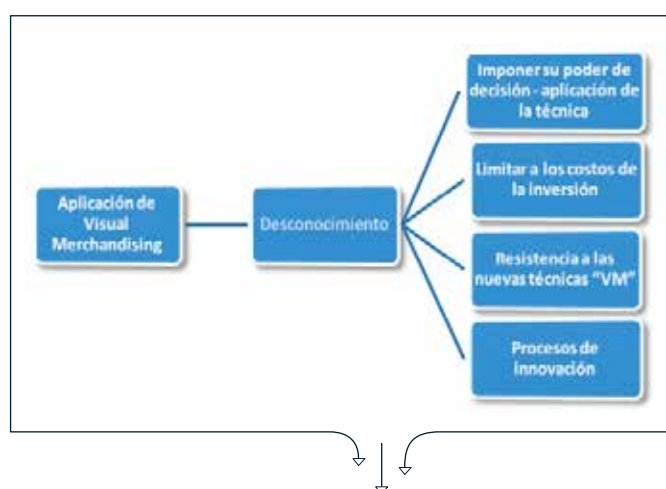
relevantes para una dinámica comercial que genere crecimiento de las MiPymes de la región.

Por desconocimiento de estas técnicas, el empresario, crea barreras para su implementación, de las cuales las más relevantes son: Compilación de Resultados Conversatorio sobre Visual Merchandising, junio 2018. Ver Figura 1

- Imponer su poder de decisión dificultando el cumplimiento del objetivo de la aplicación de la técnica.
- Limitar la visión de la aplicación de la técnica a los costos de la inversión inicial y la contratación de una persona especializada.
- Desconocer la importancia de los procesos de innovación desacelera la productividad, las ventas y permeen otros temas como la calidad, la relación con el medio ambiente y la imagen de la empresa.
- Resistirse al cambio no permite evidenciar la dinamiza del proceso de mercadeo y comercialización no cumplirá fácilmente el objetivo de aumentar las ventas.

Figura 1

Barreras de implementación



Nota: Creación Propia

Justificación

En las MiPymes del Área Metropolitana Centro Occidente AMCO - Risaralda, los empresarios están preocupados y en la búsqueda de una estrategia clara donde el cliente tenga la oportunidad de descubrir la marca, disfrute de un espacio innovador en el punto de venta, explore estrategias de exhibición de una manera llamativa impactando y capturando su atención, generando confianza y placer en sus compras y finalmente se vea reflejado en las ventas e ingresos en cada comercio.

Es importante para los empresarios impactar en la mente de los clientes generando una recordación de imagen y un posicionamiento de sus productos dentro y fuera del punto de venta; motivar el deseo de la acción de compra y por último fidelizar los clientes para monetizar el negocio, siendo competitivo y duradero en el tiempo.

Ahora bien, desde la necesidad de vender, se realizan diversas actividades que permiten hacer del espacio comercial un sitio más atractivo para los clientes, sin embargo, en muchas ocasiones estos esfuerzos no son bien direccionados y por ello no se logran los resultados esperados. Una de las razones obstaculizadoras del logro de los resultados en las MiPymes es el desconocimiento de las técnicas del Visual Merchandising o Escaparatismo; la escasa implementación de estrategias generadoras de visibilidad de la marca impidió establecer vínculos afectivos con los clientes y las ventas del producto por impulso.

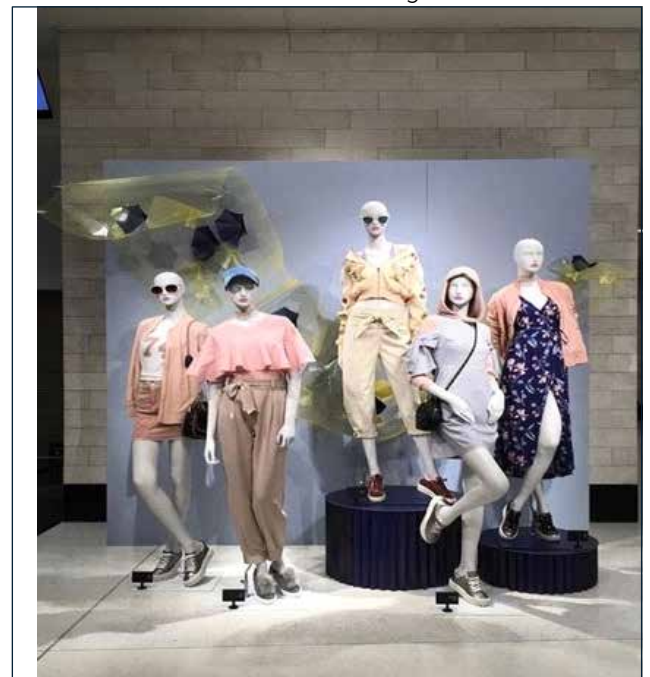
Se puede concluir que realizar un minucioso estudio sobre esta especialidad del mercadeo es importante para cualquier empresa comercializadora, pues le permitirá mejorar las habilidades del equipo, las exhibiciones de vitrinas y la optimización de los recursos económicos, humanos y técnicos. Se pretende con la aplicación de las técnicas del

Visual Merchandising lograr en el punto de venta el protagonismo por la experiencia que genera en el cliente desde el ingreso al establecimiento comercial hasta la toma de la decisión de compra. El conocimiento, uso y aplicación de la técnica Visual.

Merchandising, como se observa en la Figura 2 permitió a las MiPymes de la región comprender en primer momento la dinámica de este fenómeno, asociado a los indicadores comerciales como la rotación de inventarios, recordación de marca, posicionamiento de imagen, fidelización de clientes, dinamismo en las ventas, márgenes de rentabilidad, así como cautivar la atención del cliente mediante una experiencia emocionante - efectos WOW - que permitieron destacarse de la competencia; creando experiencias memorables generando un valor único agregado.

Figura 2

Técnicas del Visual Merchandising

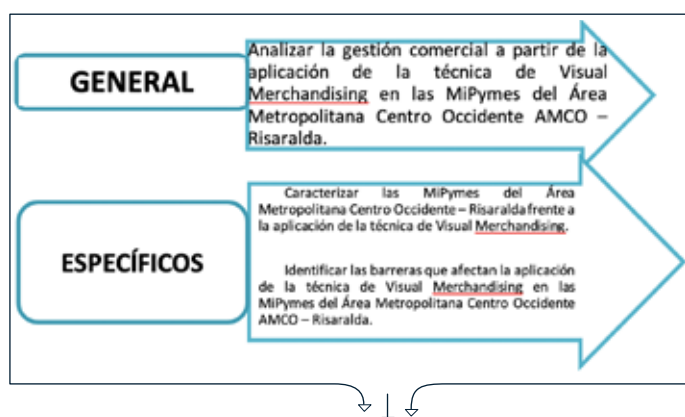


Nota: <https://visualretailing.es/blog/2018/07/medir-la-efectividad-de-las-estrategias-de-visual-merchandising>.

Objetivos

Figura 3

Objetivos del proyecto



Nota: Creación Propia

Referente Teórico

En la Antigüedad, según (Espitia.):

"Los antiguos egipcios utilizaban técnicas básicas de mercadeo en la comercialización de sus productos, por el año 2000 A.C.

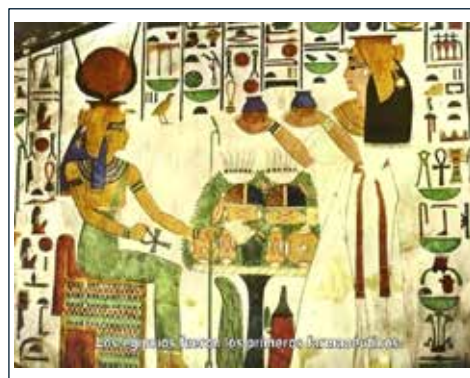
En las épocas del comercio más antiguo, cuando no existían las tiendas, las mercancías se presentaban al aire libre, bien en el suelo o sobre altillos para llamar la atención.

El mercadeo nace con el advenimiento de los mercados de la antigüedad.

El origen del Merchandising como técnica comercial se dio con el nacimiento de los modernos puntos de ventas que desarrollan las técnicas de visualización y potenciación de la mercadería, así como la rápida rotación de los productos." Como se observa en la Figura 4

Figura 4.

Comercialización de productos



Nota: Toma de Historia de la farmacia.
Publicada por Blanca Ortiz de Zárate Pinto <https://slideplayer.es/slide/12884034/>

Este proceso se puede enmarcar en las siguientes etapas, según Rivera Camino y De Garcillán López Rua (2012):

" A) El marketing como rama de economía: etapa en la cual el mercadeo era asociado a la parte distributiva del proceso económico y se le consideraba una técnica relacionada con la distribución física y con los aspectos legales del intercambio.

En esta etapa se pueden distinguir los siguientes periodos:

- Periodo del descubrimiento (1900 a 1910): Antes de 1900 la conducta del mercado y la práctica del comercio eran concebidas como un fenómeno macroeconómico. Se incrementó el desarrollo de la publicidad debido a un deseo de impulsar la compra a través de la promoción y a la vocería.

- Periodo de conceptualización (1910-1920): Creció la economía y la sociedad en Estados Unidos, aumentó la demanda de nuevos productos y se estableció la Federal Trade

Commission. Se adoptó el concepto de creación de utilidad económica y se desarrollaron los conceptos de utilidad de forma, de posesión y de consumo.

- Periodo de integración (1920-1930): Se unen todas las áreas del marketing, y aparecen dos áreas especializadas: la venta mayorista e investigación de mercados. Aparecen los términos «marketing manager» y «marketing strategy».

B) El marketing como estudio de la distribución: Surgió el estudio de las funciones y problemas operativos de distribución de las empresas.

- Periodo de desarrollo (1930-1940): El marketing recibió la influencia de las condiciones de la época; visto como un área funcional y forma de producción económica. Poco a poco se entendió como un conjunto que funciona más como un proceso que como una conducta económica.

- Periodo de reflexión (1940-1950): Lo más resaltante, un enfoque holístico del marketing como un conjunto orgánico constituido por partes interrelacionadas y que está sujeto a desarrollo y cambios.

En esta época se hicieron pocos aportes al pensamiento del marketing.

C) El marketing como disciplina gerencial: se consolida el rol del gerente de marketing en la empresa. Esta consolidación es explicada por la introducción de las 4Ps, el desarrollo del concepto de marketing y la ampliación del contexto macro al contexto micro.

- Periodo de reconceptualización (1950): La gestión de marketing se interpretaba como la toma de decisiones concernientes a productos, canales, precio, promoción y distribución. Se articula el concepto de marketing y se posiciona como la principal función en la firma. Hacia finales

de 1960 el enfoque era orientado hacia el entorno y se enfatizó en el análisis de las restricciones del entorno que afectan a las actividades de marketing.”

Según Rivera Camino & De Garcillán-López Rua (2012) en su libro Dirección de Marketing: fundamentos y aplicaciones: “A partir de los años 80 la tendencia empieza a cambiar, cuando el concepto de Strategic Business Unit (SBU) empieza a ganar aceptación.

Empiezan a aparecer nuevas formas organizacionales, alianzas estratégicas y networks. Estas nuevas formas reemplazan la visión de un mercado simple basado en transacciones y en tradicionales organizaciones burocráticas. Se empieza a concebir que el marketing, como disciplina directiva, opera en tres niveles: corporativo, de negocios o SBU y funcional u operativo.”

Evolución Del Marketing En Europa

Morgan (2011) en su libro Visual Merchandising Escaparates e interiores comerciales cuenta que: “En la década de 1840, gracias a la aparición de una nueva tecnología que permitía la fabricación de lunas de vidrio de gran tamaño, los almacenes pudieron llevar el arte del escaparatismo a un nivel superior al utilizar sus grandes escaparates como escenarios, algunos de ellos tan teatrales como un espectáculo de Broadway. Los grandes almacenes solo existían en la capital, París”. Fue Aristide Boucicaut quien tuvo la idea de crear este tipo de establecimiento comercial. Su intención era fundar una tienda donde se vendiera todo tipo de artículos y donde el público atraído hacia ella pudiera pasear libremente en esta “ciudad dentro de la ciudad”.

En 1852, Boucicaut abrió los primeros grandes almacenes del mundo: Le Bon Marché.

El concepto de grandes almacenes se extendió posteriormente a Estados Unidos, donde se abrieron las célebres galerías que han llegado hasta nuestros días: Macy's en Nueva York en 1858, Marshall Field's en Chicago en 1865, Bloomingdale's en Nueva York en 1872 y Wanamaker's en Filadelfia en 1876. No se puede atribuir en concreto a ningún comercio o gran almacén el mérito de haber creado el primer escaparate de índole teatral para llamar la atención, aunque podemos citar a varios individuos que ayudaron a establecer las pautas que aún rigen hoy en día.

Fue el empresario estadounidense Gordon Selfridge quien tuvo la iniciativa de llevar el concepto de galería comercial -y con él, el lenguaje del Visual Merchandising- al Londres de la época eduardiana. Tras dejar su cargo como director general de los lujosos almacenes Marshall Field's de Chicago y emigrar a Inglaterra, llegó a Londres con la intención de construir un moderno y anhelado emporio comercial, proyectado para satisfacer las necesidades del nuevo programa.

El 15 de marzo de 1909, los londinenses asistieron a la presentación del sueño valorado en 400.000 libras de Gordon Selfridge.

Selfridges se convirtió en el punto de referencia del comercio británico. Sus enormes escaparates de vidrio se llenaron de los mejores productos que podía ofrecer su dueño. Selfridge también revolucionó el mundo del visual Merchandising al iluminar los escaparates cuando se hacía de noche e incluso cuando la tienda estaba cerrada, para que el público pudiera contemplar la presentación de los productos al regresar a casa después de asistir al teatro.

Hacia 1928, Selfridges (Cadena de tiendas) había duplicado el tamaño de sus instalaciones para convertirse en los almacenes que hoy conocemos, gracias a la publicidad exagerada y al

éxito de su creador.

El primer almacén por departamentos nace en Francia en 1852, llamado La Mansión du Bon Marche. Este almacén ofreció una filosofía nueva de precios bajos, los clientes tenían libertad de movimiento, podían ir a cambiar mercancía sin ser penalizados."

Según el blog Panatta (29/08): "España vivía una postguerra gris en la que pocos se podían permitir vestir prendas de marcas como Loewe. El elitismo es algo inherente a cualquier marca de lujo. La marca, sin embargo, se hizo popular por un arte que era accesible a todos. Hablamos de su escaparate.

Entre 1945 y 1978 la imagen de la marca era la responsabilidad de José Pérez de Rozas, el precursor del visual Merchandising en España."

Evolución Del Marketing En Estados Unidos Según Stanton, Etzel, & Walker (2004):

"Las bases del marketing en los Estados Unidos se establecieron en la época colonial cuando los primeros colonizadores realizaron cambios (intercambios) entre ellos mismos y con los indios. Algunos de los colonizadores incluso se convirtieron en vendedores al detalle, mayoristas y vendedores ambulantes.

Sin embargo, la evolución del marketing en los Estados Unidos, por lo general, se mide a partir de la revolución industrial, a fines del siglo XIX.

Desde entonces, el marketing en los negocios estadounidenses se ha desarrollado a través de tres etapas.

- **Etapas orientadas hacia la producción.**

En esta primera etapa, lo normal es que la compañía se oriente hacia la producción. Los



ejecutivos en producción e ingeniería dan forma a la planeación de la empresa. La función del departamento de ventas es simplemente vender la producción de la compañía, a un precio establecido por los ejecutivos de producción y de finanzas. Ésta es la etapa de "fabricar una ratonera mejor". Esta etapa fue la dominante en los Estados Unidos hasta la Gran Depresión de principios de la década de 1930.cita.

- **Etapa orientada hacia la venta.**

La depresión mostró que el principal problema de la economía ya no era producir o crecer lo suficiente, sino más bien, vender la producción. El solo hecho de hacer un producto mejor no aseguraba el éxito en el mercado.

Las empresas comenzaron a comprender que la venta de los productos requería de un importante esfuerzo promocional.

De esta forma, los Estados Unidos entraron a un periodo donde las actividades de ventas y los ejecutivos de ventas obtuvieron un nuevo respeto y responsabilidad por parte de la administración de la compañía.

Fue también durante este periodo que la venta adquirió gran parte de su mala reputación. En los Estados Unidos, la etapa de ventas duró desde principios de la década de 1930 hasta la década de 1950, cuando surgió la era del marketing.

- **Etapa orientada hacia el marketing.**

A principios de la década de 1950, los Estados Unidos habían completado la transición de una economía desorganizada por la Segunda Guerra Mundial a una de tiempos de paz.

Las plantas industriales estaban produciendo cantidades enormes de bienes de consumo para satisfacer la demanda que se había creado durante

la guerra. Actividades promocionales y de venta agresiva no solucionaron el problema.

Por lo tanto, continuó la evolución del marketing. Muchas compañías decidieron que, para tener éxito, necesitaban centrar su atención en las necesidades de sus clientes y llevar a cabo una gama más amplia de actividades de marketing."

El Merchandising En Colombia Según Acero Leon & Contreras Cano (2008):

" En Colombia comienza a tomar forma posterior a 1936 en torno a la evolución de los supermercados y la adecuación de estos para entregar al consumidor los productos de una forma más placentera y eficaz; así con almacenes LEY en Barranquilla, y después de esto con almacenes Éxito, fundación de Codenalco y Carulla & Cía., por lo que este último para ese entonces estaba ampliando su empresa al punto de llegar a importar a países como Francia, Italia e Inglaterra; pero con el comienzo de la segunda guerra mundial, el negocio de importación fue decayendo por las restricciones que la guerra implicaba, por esta razón Carulla & Cía., decidió abrir "en el barrio Teusaquillo, comenzando a explorar el fabuloso mundo del sistema de autoservicio, situación que marco mucho la vida de los colombianos al darle una mirada diferente a la tradicional compra en frente de un mostrador y atendido constantemente por un tendero.

Para 1953, se abre el primer supermercado de autoservicio en Colombia y se funda Industrias San Jorge, luego Carulla & Cía. Inaugura el almacén de "El Campin". En 1956 es inaugurado el supermercado del "Country" y así sucesivamente el negocio de los supermercados se expande por Colombia."

Continuando con lo que indica Morgan (2011): "En el siglo XXI, el reto a la supremacía de la tienda tradicional es Internet. Comprar desde casa no solo es más cómodo, sino que también suele implicar

un precio más competitivo. Las tiendas están más presionadas que nunca para conseguir que el cliente vaya a su establecimiento y compre, por lo que el visual merchandiser es una pieza esencial para lograr atraer y retener su atención. Por suerte, ir de compras siempre ha sido una actividad social, y la emoción que suscita siempre será el elemento esencial de la experiencia del consumidor. Tanto si la idea del comprador es encontrar una ganga inesperada como un artículo que hace tiempo que busca, o incluso reunirse con sus amigos o amigas con motivo de realizar las compras, el papel del comerciante es garantizar que compre y que disfrute de una experiencia positiva, lo que puede lograrse con la ayuda de un buen visual merchandiser."

De acuerdo a lo anterior podemos observar en la Figura 5 una línea de tiempo del visual Merchandising desde la antigüedad hasta nuestros tiempos.

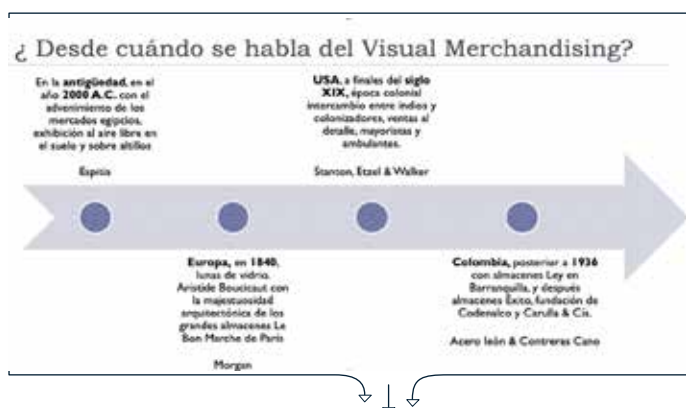


Figura 5

Nota: Creación Propia

Metodología

La presente investigación por la modalidad correspondió a un proyecto encaminado a resolver problemas prácticos a través de una evaluación del proyecto, por su naturaleza fue una

investigación cualitativa debido a que buscaba analizar el problema mediante la interpretación y comprensión hermenéutica de los procesos y resultados del impacto del proyecto.

La investigación cualitativa se refirió al análisis de la eficiencia, eficacia, efectividad y el impacto del proyecto; por el problema, fue una investigación evaluativa porque se investigó la incidencia de la aplicación de las técnicas del Visual Merchandising en las MiPymes de Risaralda; con relación a la fuente fue una investigación documental.

Por los objetivos de la investigación fue un estudio descriptivo explicativo y evaluativo.

El análisis de datos cualitativos permitió corroborar las hipótesis de trabajo y la formulación de nuevas hipótesis que permitan comprender mejor el comportamiento que tienen los clientes y aumentar la comprensión de ese fenómeno.

A medida que se avanza en el análisis de los datos, los resultados permitieron identificar la importancia teórica o práctica, que luego facilitó la implementación de las estrategias a los empresarios de acuerdo con su dinámica comercial.

Dicho análisis fue sistemático, siguiendo una secuencia y un orden. Este proceso puede resumirse en los siguientes pasos o fases según (Álvarez-Gayou, 2005; Miles y Huberman, 1994; Rubin y Rubin, 1995) citado por Fernández Núñez Fichas para investigadores (2006):

- Pasos para la elaboración de datos cualitativos.
1. Obtener la información
 2. Capturar, transcribir y ordenar la

información

3. Codificar la información
4. Integrar la información: codificar (muestreo, identificación de temas, sistemas de códigos, marcar textos, construir modelo conceptual)."

Resultados Obtenidos

Se identificó la caracterización de las MiPymes (ver Figura 6) del área metropolitana centro occidente - Risaralda frente a la aplicación de la técnica de Visual Merchandising mediante entrevistas realizadas dentro de la ejecución del proyecto.

Se Sistematizaron las barreras (ver Figura 7) que afectan la aplicación de la técnica de Visual Merchandising.

Se estableció la Medición de la aplicación de las técnicas del Visual Merchandising como un impacto directo en las ventas de las MiPymes del Área Metropolitana Centro Occidente AMCO Risaralda desde el ámbito Social, Económico y Ambiental, ver Figura 8.

Figura 6

Barreras que afectan la aplicación de la técnica de visual Merchandising

Alto nivel de poder	Percibe Altos costos, desconocimiento de la técnica "VM", sin indicadores financieros, temor de inversión sin retorno, escasos de recursos.
Medio nivel de poder	Indiferencia ante la estrategia, resistencia al cambio, poca motivación que entorpece la gestión, no se incentivan, falta de recursos.
Bajo nivel de poder	Poca contratación exclusiva, mal remunerados, empíricos en la aplicación, no se involucran las demás áreas de la empresa.
El Cliente o Consumidor	Vitrinas monótonas, sin variedad, poca innovación, índices sociales reemplazan las vitrinas, Calidad y Beneficio vs. Precio.

Nota: Creación Propia

Figura 7

Sistematización de las Barreras

Nivel de poder				Interés en el objetivo
Alto	Medio	Bajo		
3		1		
	4			
2				
		A favor	Indiferente	En contra
1 Empresario 2 Profesional Visual Merchandising 3 Consumidor final 4 Profesional comercial				

Nota: Creación propia

Figura 8

Impactos

SOCIAL	Se Sensibilizó a aprendices y empresarios de los sectores económicos en conversatorio y curso de visual Merchandising. Se Impactó en los programas del Centro de Comercio y Servicio de la Regional Risaralda, del área de comercialización y ventas, desde la sensibilización realizada.
ECONÓMICO	Se identificó que la no aplicación de los KPI de manera constante y correcta afecta en las ventas en la MiPymes. Se deben Diseñar de vitrinas creativas, con costos sustentables, para recordación de Marca.
AMBIENTAL	Controlar el impacto ambiental por medio de la Reducción, Reutilización y Reciclaje de los insumos. Implementar el uso de las redes sociales mediante procesos sistemáticos para mejorar la relación cliente - Mercado y aplicando el Marketing Digital como estrategia de ventas.

Nota: Creación propia

Discusión

Los resultados de este proyecto impactaron el sector productivo de manera positiva directamente en capacitación de su recurso humano, generando un conocimiento de las técnicas de Visual Merchandising, este conocimiento adquirido les ha permitido realizar vitrinas creativas, con costos sustentables por la MiPymes, identificando los indicadores claros y midiendo de forma precisa el

éxito, rotación y efecto WOW de la vitrina.

Las MiPymes del Área Metropolitana Centro Occidente AMCO - Risaralda, obtuvieron las bases para identificar el ADN del producto o servicio que ofrecen, permitiendo llegar a su target mediante el conocimiento de la técnica del Visual Merchandising, éstas, indispensables para investigar, identificar, generar, elaborar, realizar el montaje, cumplir con los indicadores de las marcas y acción en las ventas, todo ello desde el adecuado montaje de una vitrina, generando el efecto WOW.

Conclusiones

Desde la caracterización de las MiPymes del Área Metropolitana Centro Occidente - Risaralda frente a la aplicación de la técnica de visual Merchandising, después de su tabulación y la entrevista con los actores implicados, se concluyó que no tienen la técnica clara, no reconocen la importancia de su aplicación, no miden sus inversiones en la vitrina y implementan indicadores o KPI (key performance indicator) que les permita medir resultados de las estrategias implementadas en la vitrina o en el escaparate.

Así mismo que la identificación de las barreras que afectan la aplicación de visual Merchandising, sus actores (empresarios, profesionales del Visual, consumidor final y el profesional comercial), la identificación de los niveles de poder dentro de la organización y el interés en alcanzar el objetivo mostró que los empresarios no utilizan los KPI del Visual Merchandising en la toma de decisiones, que los profesionales del visual y del área comercial deben encontrar objetivos comunes que apunten al incremento de las ventas, para que el consumidor final los guíe con sus acciones de compra.

Finalmente, en el conversatorio realizado con los actores involucrados en este proceso y precedido por un experto en Visual Merchandising, se concluyó que las estrategias que se deben implementar en las MiPymes del Área Metropolitana Centro Occidente AMCO - Risaralda, son las de generar capacitaciones específicas que involucren técnicas, indicadores, medición.

Referencias Bibliográficas

- Acero León, M. A., & Contreras Cano, C. (2008). Merchandising Visual como herramienta de mercadeo para El Superete Marión ubicado en Sector de Villa del Prado en la Ciudad de Bogotá DC.
- Beltrán, C., & Sandoval (2018). <https://adaequo.com/la-importancia-de-la-experiencia-en-la-compra-por-impulso/>
- Breve historia del escaparatismo. (2019). <http://revisioninterior.blogspot.com/2009/11/brevehistoria-del-escaparatismo.html>
- Buttle, F. (1984) Merchandising. European Journal of Marketing, 20(18), 104-123.
- Cámara de Comercio de Pereira. (2017). Evaluación de la economía de Risaralda y Pereira Año 2016. https://s3.pagegear.co/3/contents/2018/leydetransparencia/estudio_economico_2016.
- Carmen, D. (2022). Historia de la farmacia. <https://slideplayer.es/slide/12884034/>
- Davelouis Valega, F. (2013) Antecedentes del Merchandising [en línea]. España: Scribd, s.f., <http://es.scribd.com/doc/41566805/Separata-02-Antecedentes-Del-Merchandising>

DIAMON, J., & DIAMON, E. Merchandising Visual. México 1999.

Espitia, J. (s. f.). Promoción y Merchandising. <https://es.calameo.com/read/00349354924bec3b41d75>

Fernández Núñez, L. (2006). ¿Cómo analizar datos cualitativos?. <http://www.ub.edu/ice/recerca/pdf/ficha7-cast.pdf>

GfK. (2009). GfK STORE EFFECT survey [GfK STORE EFFECT survey]. http://www.lrsales-consulting.de/fileadmin/Dokumente/GfK-Studie_STORE-Effect-English.pdf

Gianell, P. C. (2002). Posicionamiento de Al Ries y Jack Trout.
Historia Grupo Éxito | Grupo Éxito. (2019). <https://www.grupoexito.com.co/es/historia>

González, R. (2018). La Importancia De La Experiencia En La Compra Por Impulso. <https://adaequo.com/La-Importancia-De-La-Experiencia-En-La-Compra-Por-Impulso/>

Historia del Merchandising visual (2013). <http://vismerchandising.blogspot.com/2013/07/historia-del-merchandising-visual.html>

Homs, R. (2011). La esencia de la estrategia de marketing: la estrategia a partir del consumidor. Cengage Learning.

Hoyos orozco, a. (2021). Factores que influyen en el nivel de compra impulsiva. [https:// repository.cesa.edu.co/bitstream/handle/10726/4126/adm_1018500367_2021_1.pdf?sequence=4&isallowed=y](https://repository.cesa.edu.co/bitstream/handle/10726/4126/adm_1018500367_2021_1.pdf?sequence=4&isallowed=y)

Jiménez Marín, G. (2017). La gestión

profesional del merchandising. La gestión profesional del merchandising, 1-242.

Los-retos-que-enfrentan-las-mipymes-en-colombia. (2018). <https://www.dinero.com/edicion-impres/pymes/articulo/los-retos-que-enfrentan-las-mipymes-en-colombia/241586>.

Llovet Rodríguez, C. (2010). El "visual merchandising" como herramienta de comunicación de las marcas de moda.

Mercadeo-para-pymes. (2019). <https://www.dinero.com/pais/articulo/mercadeo-para-pyme/13359>

Modelo conceptual para determinar el impacto del merchandising visual en la toma de decisiones de compra en el punto de venta. (2018). <https://www.redalyc.org/comocitar.oo?id=64631418001>

Morgan, T. (2011). Visual Merchandising: escaparates e interiores comerciales (Segunda). Barcelona: Gustavo Gil.

Mouton, D. (1992). Merchandising Estratégico. España: Ediciones Gestión 2000.

Tony, M. (2011). Visual Merchandising: Window and In-store Displays for Retail. Laurence King.

Morgan, T., & Bohigas, G. (2016). Visual merchandising: escaparates e interiores comerciales. Gustavo Gili.

Panatta Diseño Comercial, SL. (29/08). La historia del escaparate: El precursor del visual merchandising español. <https://panatta.es/blog/tiendas-inspiran/el-precursor-del-visual-merchandising-espanol>.

Pineda Tangarife C. M., Osorio Álvarez L. P.,
Tangarife Arias G. A. (2019). En Sennova
(Ed). Ponencia Análisis del Visual
Merchandising en las ventas de las MiPymes
del área metropolitana centro occidente
AMCO - Risaralda. Pereira Risaralda: Sena.

¿Qué es el Visual Merchandising o Vitrinismo?.
(2022). https://www.marketingyfinanzas.net/2015/11/que-es-visual-merchandising/s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

A large pile of dark, granular industrial slag dominates the foreground. In the background, industrial machinery is visible, including a prominent yellow machine with safety railings and various pipes and structural elements of a factory or processing plant.

**FACTIBILIDAD TÉCNICA EN LA
APLICACION DE ESCOMBROS DE
ESCORIA INDUSTRIAL PARA USO EN
OBRAS DE INGENIERÍA.**

**TECHNICAL FEASIBILITY IN THE
APPLICATION OF INDUSTRIAL SLAG
FOR USE IN ENGINEERING WORKS.**

● Ing. Mario Alejandro Evia Escalante, SENA,
Centro de Diseño e Innovación Tecnológica
Industrial, Sena Regional Risaralda, Colombia,
ing.alejandroevia@gmail.com

Resumen

En el presente artículo se exhibirán los resultados experimentales obtenidos al generar una dosificación entre el suelo a estudiar y la escoria y de esta manera proporcionar unas cantidades óptimas de este material (escoria) en la mejoría de su capacidad de carga para dar un posible uso en la ingeniería, que sirva como alternativa de mejoramiento del suelo y base para estudios posteriores realizados a través de semilleros de investigación SENA.

Palabras claves: Escoria, Compresión Inconfinada, Estabilización, Probetas, Cohesión, Consistencia del suelo.

Abstract

This paper will show the experimental results obtained by generating a dosage between the soil to be studied and the industrial slag and thus provide optimal amounts of this material (industrial slag) in the improvement of its load capacity to give a possible use in engineering, which serves as an alternative for soil improvement and basis for further studies conducted through SENA research workshops.

Keywords: Slag, Unconfined Compression, Stabilization. Test Tubes, Cohesion, Soil Consistency

Introducción

En Colombia, el sector de la construcción actualmente se ha caracterizado, por la ausencia de buenas prácticas profesionales, una de ellas tiene que ver con la conformación de los llenos, debido a los costos de adecuación y la falta de control de calidad, las cuales crean condiciones de suelo diferentes a las ideales en cuanto a su colocación ya que sin un adecuado manejo ,resultaría poco recomendable para dicho proceso constructivo, creándose un grupo de condiciones no adecuadas para cimentaciones en casos superficiales como son; la poca resistencia, rigidez, grandes asentamientos e incapacidad de soportar esfuerzos y deformaciones ante cualquier tipo de carga considerable, pasando por alto las determinaciones, procedimientos y especificaciones de las normatividades vigentes de nuestro país NSR-10 e Invias.

En Pereira, la microzonificación sísmica muestra la existencia de llenos distribuidos en toda la zona urbana, es por esta razón que surge la necesidad de investigar en esta zona, la conformación de dichos llenos y se genera la idea de observar el comportamiento físico y mecánico del suelo existente adicionando porcentajes de escoria mediante una dosificación entre el suelo a estudiar y este, proporcionando cantidades óptimas de escoria en la mejora de su capacidad de carga y a su vez dando un aprovechamiento y uso al desecho del residuo industrial, generando un posible uso en la ingeniería y al mismo tiempo suscitar una alternativa de mejoramiento del suelo, además de buscar generar una alternativa de reutilización de residuos ya que en la mayoría de los casos se depositan en zonas no adecuadas, provocando un alto índice de contaminación.

Según (Marquez, 2005) la estabilización

mecánica de un material consiste en ganar capacidad portante en el material recurriendo a ciertas modificaciones en él, sin necesidad de incorporar agentes externos que modifiquen sus orígenes o su naturaleza. Siendo esta la razón para trabajar en una dosificación con un residuo industrial como la escoria.

La escoria (Regueira, 2011) como lo acabamos de nombrar es un residuo industrial formado fundamentalmente por calcio, hierro y silicato de magnesio, que se obtiene por las reacciones químicas que tienen lugar en los procesos de formación de los metales.

Las escorias generadas en la producción de acero por el proceso de horno de arco eléctrico son, en su mayoría, de dos tipos: oxidantes y reductoras o negras y blancas, respectivamente. Esta nomenclatura se debe a las dos etapas de las que consta dicho procedimiento que son: fusión (marcha oxidante) y afino (marcha reductora) (Amaral de Lima, 1999)

La escoria negra se obtiene en la primera etapa del proceso y está compuesta principalmente por óxido de hierro, calcio, silicio y aluminio.

De esta se genera un volumen mucho mayor que de la escoria blanca, la cual posee una cantidad alta de finos provenientes del fenómeno de pulverización del silicato bicálcico durante el enfriamiento de la escoria.

Por lo tanto, es necesario seleccionar un suelo como objeto de estudio, según la microzonificación sísmica de Pereira se tienen diferentes tipos de suelo y uno de ellos en este caso suelos finos tipo limo-arcillosos que se trabajara como muestra piloto dentro del CDIT.

propuesta pondrá el CDIT como pionero en la región en sistemas de estabilización de suelos y materiales, como también en la reutilización de desechos constructivos; lo cual fortalecerá el enfoque Investigativo del centro e impactará en las obras de Ingeniería en beneficio de la población.

Para llevar a cabo la investigación, se seleccionaron suelos en el sector de la vía Altagracia Pereira, Colombia, en la urbanización Santa Clara, que según la microzonificación sísmica se cataloga como zona de lleno y apta para ser estabilizados, además de su de fácil acceso para la toma de muestras y realización de evaluación de las condiciones físico-mecánicas naturales y compararlas con técnicas de mejoramiento de resistencia a la compresión confinada a diferentes dosificaciones para determinar que al mezclar el suelo con material proveniente de residuo industrial (escoria), se logra una mejor capacidad de carga bajo una misma energía de compactación a la obtenida en el suelo original.

Se tienen antecedentes no solo locales sino nacionales y a nivel internacional de investigaciones que han evidenciado la mejora en las condiciones mecánicas con el uso de diferentes materiales estabilizadores, tal como lo expone (Ortega López, 2011), donde empleó escorias blancas de horno de cuchara (siglas en inglés LFS: ladle furnace slag) y escorias negras de horno eléctrico de arco (siglas en inglés EAFS: slag from electric arc furnace), en la estabilización de suelos arcillosos de mala calidad, a los que adicionalmente les agregó cal, alcanzando un mejoramiento en algunas de las propiedades del suelo, como expansividad, capacidad portante y resistencia.

El buen término de la investigación

A nivel nacional Quintana, (Rondón-

Quintana et al., 2018) realizaron un estudio basado en el uso de escorias de alto horno (BFS por sus siglas en inglés) o escoria de acero (SS por sus siglas en inglés) como sustituyentes de los materiales pétreos naturales en la fabricación de mezclas asfálticas; en donde evidenciaron la desventaja al sustituir en su totalidad el material pétreo por escoria de acero, debido a su porosidad y rugosidad superficial; empleando de esta manera mayor cantidad de asfalto.

La pregunta sería, es posible mejorar las condiciones mecánicas (Resistencia a la compresión) de los suelos.

Para dar respuesta a esta pregunta se han planteado varios objetivos, entre ellos tenemos.

- Obtener una dosificación optima que nos arroje los mejores de resistencia a la compresión.
- Evaluar la resistencia a la compresión con diferentes dosificaciones de la mezcla suelo-escoria industrial.
- Realizar pruebas de laboratorio (ensayos de resistencia) para cada dosificación propuesta.
- Análisis de datos de resistencia en cada una de las dosificaciones y selección del porcentaje de escoria que mejora la resistencia a la compresión del suelo.

Métodos o Diseño Metodológico

Para esta primera fase experimental se trabajó con las siguientes dosificaciones de adición del residuo: 10%, 15%, 20% y 25% de

escoria para verificar los resultados obtenidos en el laboratorio con respecto a la resistencia a la compresión inconfiada y cohesión dependiente a la plasticidad del suelo teniendo en cuenta que se obtuvieron ciertos beneficios como: reducción de costos, la disponibilidad del insumo, en este caso de este residuo no estuvo sujeto a condiciones climáticas o ambientales y es un producto sostenible puesto que ayuda a la disminución de la explotación de ríos y canteras.

Se inició a evaluando el suelo natural del sitio para poder obtener su caracterización natural sin ningún tipo de adiconamiento de sustancia extraña, partiendo de estos resultados los cuales llamaremos resultados patrón ya que serán nuestra referencia para los demás resultados esperados, se comenzó a realizar las dosificaciones indicadas y de esta manera, por medio del ensayo de compresión inconfiada determinamos si los resultados obtenidos cumplen con la estimación deseada y observar si la capacidad aportante del suelo, baja, sube o se mantiene estable.

Por otra parte, el ensayo de compresión inconfiada, Figura 1 brindo como resultado los esfuerzos resultantes de la compresión de los especímenes de diseño de mezcla suelo-escoria, que permitieron establecer de forma directa el parámetro mecánico "Cohesión" mediante la aplicación de una carga axial y una deformación controlada, utilizando una muestra tallada en forma de cilindro que cumpla una relación de altura - diámetro 2:1 es decir que la altura fue de 2 veces el diámetro como se muestra en la Figura 2.

Figura 1.

Compresión Inconfinada



Nota: Elaboración - laboratorio de suelos - Centro de Diseño e Innovación Tecnológica industrial (2021).

Figura 2

Probetas cilíndricas



Nota: Elaboración - laboratorio de suelos - Centro de Diseño e Innovación Tecnológica industrial (2021).

La curva que relaciona esfuerzo y deformación unitaria, Figura 3, donde el esfuerzo máximo $O1$ corresponde al pico de la curva y a su vez según la teoría de Mohr Coulomb corresponde al diámetro del círculo que lleva el mismo nombre del autor (círculo de Mohr).

Se asume el esfuerzo $O3$ como cero debido a que el ensayo de compresión inconfinada contempla un solo eje del espécimen.

Figura 3.

Esfuerzo vs deformación unitaria del suelo Natural.



Nota: Elaboración propia - laboratorio de suelos - Centro de Diseño e Innovación Tecnológica industrial.

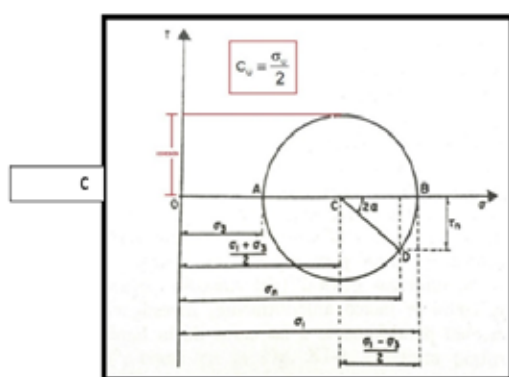
La Figura 3, corresponde a una de las probetas ensayadas a la compresión del suelo natural, según los datos obtenidos en este ensayo.

Se observa como valor de $O1$ el esfuerzo máximo normal correspondiente a 0.8961 Kg/cm^2 , lo que significa que es un suelo de consistencia blanda.

Lo que determina el valor de la cohesión, es una línea tangente horizontal en la parte superior al círculo y que corta el eje de las ordenadas, pero otro modo de análisis define el radio del círculo como representación del valor de la cohesión como se muestra en la figura siguiente y se define por la ecuación de Mohr Coulomb.

Figura 4.

Valor de la cohesión



Nota: Juárez & Rico, 2008

El valor de la cohesión será entonces la mitad del máximo valor de la resistencia a la compresión. Tabla 1 que, para nuestro caso para esta probeta, el valor de la cohesión para el suelo natural sería 0.445 Kg/cm^2 este valor indica una consistencia del suelo blanda haciendo referencia a la firmeza con la que naturalmente cuenta el suelo, característica propia del material que contiene esa adherencia entre las mismas partículas que la componen debido a la atracción entre ellas, es decir su capacidad máxima antes de ser deformada o colapsada al ser sometido a una carga axial.

Tabla 1.

Consistencia del suelo

Consistencia del Suelo	Resistencia a la compresión Inconfinada (Kg/m2)
Muy blanda	< 0.25
Blanda	0.25 - 0.50
Mediana	0.50 - 1.00
Firme	1.00 - 2.00
Muy firme	2.00 - 4.00
Dura	>4.00

Nota: INVE-152-13 Instituto Nacional de Vías (2013)

Se dispone a iniciar la fase experimental en donde a los porcentajes propuestos se les determinara cual es la consistencia más favorable según las dosificaciones indicadas, aportando un buen uso del residuo sin afectar la resistencia del material, buscando la alternativa de mejora de la misma y generando un proyecto amigable con el medio ambiente, con cada una de ellas se elaborarán probetas entre el suelo a estudiar y la escoria, que proporcione unas cantidades óptimas de este material a las cuales se les efectuara pruebas de compresión confinada (suelos) para determinar la resistencia a la compresión simple y establecer un valor aproximado de cohesión.

El buen término de la investigación propuesta pondrá el CDITI como pionero en la región en sistemas de estabilización de suelos y materiales, como también en la reutilización de desechos constructivos; lo cual fortalecerá el enfoque Investigativo del centro e impactará en las obras de ingeniería en beneficio de la población.

Análisis de resultados.

Resultados fase experimental

En la Tabla 2. Se encuentran los resultados obtenidos en el laboratorio después de realizada la prueba de compresión inconfiada para el suelo natural y los porcentajes a trabajar de (suelo - escoria) correspondientes a las siguientes dosificaciones: 10%, 15%, 20% y 25%.

Tabla2.

Consolidado de resultados de laboratorio.

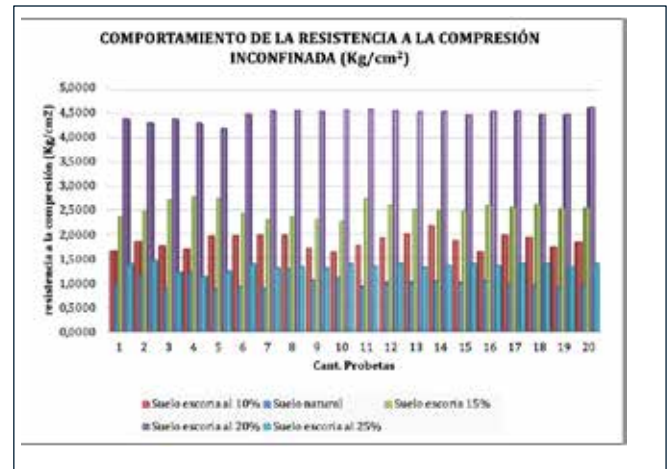
Suelo natural			10%			15%			20%			25%		
# Probetas	Resistencia (Kg/cm²)	Resistencia (Kg/cm²)	# Probetas	Resistencia (Kg/cm²)	Resistencia (Kg/cm²)	# Probetas	Resistencia (Kg/cm²)	Resistencia (Kg/cm²)	# Probetas	Resistencia (Kg/cm²)	Resistencia (Kg/cm²)	# Probetas	Resistencia (Kg/cm²)	Resistencia (Kg/cm²)
1	1.000	0.40	21	1.000	0.92	41	2.500	1.18	61	4.500	2.18	81	1.000	0.80
2	1.000	0.40	22	1.000	0.92	42	2.500	1.18	62	4.500	2.18	82	1.000	0.80
3	1.000	0.40	23	1.000	0.92	43	2.500	1.18	63	4.500	2.18	83	1.000	0.80
4	1.000	0.40	24	1.000	0.92	44	2.500	1.18	64	4.500	2.18	84	1.000	0.80
5	1.000	0.40	25	1.000	0.92	45	2.500	1.18	65	4.500	2.18	85	1.000	0.80
6	1.000	0.40	26	1.000	0.92	46	2.500	1.18	66	4.500	2.18	86	1.000	0.80
7	1.000	0.40	27	1.000	0.92	47	2.500	1.18	67	4.500	2.18	87	1.000	0.80
8	1.000	0.40	28	1.000	0.92	48	2.500	1.18	68	4.500	2.18	88	1.000	0.80
9	1.000	0.40	29	1.000	0.92	49	2.500	1.18	69	4.500	2.18	89	1.000	0.80
10	1.000	0.40	30	1.000	0.92	50	2.500	1.18	70	4.500	2.18	90	1.000	0.80
11	1.000	0.40	31	1.000	0.92	51	2.500	1.18	71	4.500	2.18	91	1.000	0.80
12	1.000	0.40	32	1.000	0.92	52	2.500	1.18	72	4.500	2.18	92	1.000	0.80
13	1.000	0.40	33	1.000	0.92	53	2.500	1.18	73	4.500	2.18	93	1.000	0.80
14	1.000	0.40	34	1.000	0.92	54	2.500	1.18	74	4.500	2.18	94	1.000	0.80
15	1.000	0.40	35	1.000	0.92	55	2.500	1.18	75	4.500	2.18	95	1.000	0.80
16	1.000	0.40	36	1.000	0.92	56	2.500	1.18	76	4.500	2.18	96	1.000	0.80
17	1.000	0.40	37	1.000	0.92	57	2.500	1.18	77	4.500	2.18	97	1.000	0.80
18	1.000	0.40	38	1.000	0.92	58	2.500	1.18	78	4.500	2.18	98	1.000	0.80
19	1.000	0.40	39	1.000	0.92	59	2.500	1.18	79	4.500	2.18	99	1.000	0.80
20	1.000	0.40	40	1.000	0.92	60	2.500	1.18	80	4.500	2.18	100	1.000	0.80
Promedio	1.000	0.40	Promedio	1.000	0.92	Promedio	2.500	1.18	Promedio	4.500	2.18	Promedio	1.000	0.80

Nota: Elaboración propia - laboratorio de suelos - Centro de Diseño e Innovación Tecnológica industrial

En la Figura 5. Se observa el comportamiento de cada una de las dosificaciones alcanzadas en la fase experimental, en donde se nota la dispersión por cada una de las probetas ensayadas, en total se realizaron 100 probetas, 20 por cada porcentaje para obtener un buen número de muestras y así lograr una población significativa.

Figura 5.

Comportamiento de dosificaciones.
Valor de la cohesión



Nota: Elaboración propia - laboratorio de suelos - Centro de Diseño e Innovación Tecnológica industrial.

Según los resultados obtenidos en la fase experimental se obtienen los siguientes valores promedios los cuales son clasificados según su valor de cohesión para así poder determinar cuál es su consistencia y verificar que porcentaje es el adecuado para nuestra investigación.

Tabla 3.

Promedio de resultados y clasificación. Valor de la cohesión

MATERIAL	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA (Kg/m²)	COHESION (Kg/m²)	CONSISTENCIA DEL SUELO
SUELO NATURAL	1.000	0.50	MEDIANA
SUELO ESCORIA AL 10%	1.849	0.92	FIRME
SUELO ESCORIA AL 15%	2.514	1.26	MUY FIRME
SUELO ESCORIA AL 20%	4.465	2.23	DURA
SUELO ESCORIA AL 25%	1.335	0.67	FIRME

Nota: Elaboración propia - laboratorio de suelos - Centro de Diseño e Innovación Tecnológica industrial.

Partiendo de los valores alcanzados por la muestra patrón (Suelo natural), se analizan los resultados restantes. Para la primera dosificación (Suelo - Escoria 10%) se observa un incremento en la resistencia a la compresión brindando una consistencia del suelo más firme clasificada dentro de la consistencia firme.

Continuando con el trabajo investigativo seguimos con la dosificación (Suelo - Escoria 15%) observando que la resistencia incrementa aumentando de igual manera en su consistencia ya que pasa de firme a muy firme.

Seguimos con la dosificación (Suelo - Escoria 20%) se observa un alto incremento en la resistencia y en el valor de la cohesión pasando de consistencia muy firme a Dura, consistencia que garantiza mayor dureza y alto soporte a cargas axiales, se puede inferir que con este resultado se podría obtener el porcentaje óptimo de trabajo sin embargo se realiza una dosificación más correspondiente a (Suelo - Escoria 25%) en donde se evidencia que al adicionar un 5% más de escoria el resultado tiende a bajar su resistencia pasando de duro a firme lo que indica que de ahí en adelante a mayor cantidad de porcentaje de escoria se obtendrá menor valor de resistencia a la compresión.

Figura 7.

Gráfica de %de dosificación óptima. (Ver en párrafo siguiente)



Nota: Elaboración propia - laboratorio de suelos - Centro de Diseño e Innovación Tecnológica industrial

La resistencia promedio a la compresión simple es de 1,00 Kg/cm², valor que concuerda con los datos consignados en la Tabla2 para el suelo natural y de Consistencia de suelos tabla3; en donde para un rango de 0,50 - 1.00 Kg/cm² se tiene una consistencia del suelo medianamente compacta o mediana.

Discusión y conclusiones

A través del análisis de los resultados obtenidos de los ensayos, se puede deducir que, el porcentaje optimo a trabajar en esta investigación según las dosificaciones realizadas comparadas con la muestra patrón, corresponde al 20% de escoria industrial, logrando obtener valores altos de resistencia a la compresión 4.465 Kg/cm² y de cohesión 2.23 Kg/cm², mediante este ensayo que permitió medir la última carga a la que un suelo es sometido y falla, optimizando considerablemente las características físicas y mecánicas (Calvo Duque, 2012) propiedades propias del suelo, las cuales permiten conocer la resistencia o capacidad de soporte del suelo estudiado; sin

embargo, es importante mencionar que este valor fue obtenido en un ambiente de laboratorio y no en el terreno. por ello la humedad y el proceso desarrollado para la fabricación de las probetas de ensayo es una variable muy importante en la realización de este trabajo; ya que condiciona los resultados obtenidos de las muestras ensayadas.

Referencias Bibliográficas

Amaral de Lima, L. (1999). Hormigones con escorias de horno eléctrico como áridos : propiedades, durabilidad y comportamiento ambiental (E. (Enric) Vázquez Ramonich (ed.)) [Dissertation, Tesi doctoral-UPC. Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports, 1999]. <https://discovery.upc.edu/discovery/>

Calvo Duque, L. (2012). Evaluación de asentamientos y mejoramiento de las propiedades físico-mecáni...: Discovery Service para Universidad Libre de Pereira [Universidad Libre]. <https://eds.s.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=97a6e639-1c27-471f-b3c2-9fbbd2ce95a7%40redis&bdat a=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3D%3D#AN=ulb.358741&db=cat08642a>

Marquez, S. (2005). Estabilización de suelos. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Ortega López, V. (2011). Aprovechamiento de escorias blancas (LFS) y negras (EAFS) de acería eléctrica en la estabilización de suelos y en capas de firmes de caminos rurales. <https://doi.org/10.36443/10259/176>

Amaral de Lima, L. (1999). Hormigones con escorias de horno eléctrico como áridos : propiedades, durabilidad y comportamiento ambiental (E. (Enric) Vázquez Ramonich

(ed.)) [Dissertation, Tesi doctoral-UPC. Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports, 1999]. <https://discovery.upc.edu/discovery>

Regueira, M. B. (2011). Utilización de las escorias de acería como material de construcción. Ciencia & Futuro, 1(4), 31-40.

**VERIFICACIÓN DE RUGOSIDAD EN PROTOTIPO
DE PROCESO DE ACABADO SUPERFICIAL
WETBLASTING SOBRE ACERO INOXIDABLE AISI 304**



**VERIFICATION OF ROUGHNESS IN A PROTOTYPE OF
A WETBLASTING SURFACE FINISHING PROCESS ON
AISI 304 STAINLESS STEEL.**

M Sc. Luz Stella Sanchez Monsalve, SENA, Centro de
● Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, Sena Regional
Risaralda, Colombia, stellita216@gmail.com

M Sc. José Alexander Osorio Santa, SENA, Centro de
● Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, Sena Regional
Risaralda, Colombia, alexosoriosanta@gmail.com

Resumen

El acero inoxidable es un material ampliamente utilizado en diversas aplicaciones, algunos de estos usos tienen requerimientos específicos en cuanto a la rugosidad y el acabado superficial, para el caso específico de la industria de alimentos las organizaciones manufactureras de equipos para proceso de alimentos tienen deficiencias para obtener los valores de rugosidad recomendados que cumplan con las normativas existentes.

Con el objetivo de producir superficies con la rugosidad adecuada, uno de los métodos para realizar este proceso de acabado es el chorreado en húmedo o Wet blasting, con este proceso se pueden obtener superficies con una rugosidad tal que contribuyan a cumplir las condiciones de inocuidad necesarias y que prevengan la adhesión de bacterias.

La empresa Ingeniar Inox SAS mediante la formulación de proyecto SENNOVA Minciencias para la Innovación realizó prototipo funcional de cabina para proceso Wet blasting incluyendo esta metodología en el proceso productivo y

realizando pruebas de laboratorio con el apoyo de Tecnoparque SENA Pereira y GIMI Grupo de Investigación en Materiales de Ingeniería UTP aplicando los ensayos en muestras en un proceso con parámetros definidos y encontrando un resultado satisfactorio promedio de rugosidad $0.213 \mu\text{m}$ el cual se encuentra en el rango recomendado.

Palabras clave: acero inoxidable, abrasivo, acabado superficial, rugosidad, wet blasting.

Abstract

Stainless steel is a material widely used in various applications, and some of these applications have specific requirements in terms of roughness and surface finish. For the specific case of the food industry, food process equipment manufacturing organizations have deficiencies in obtaining recommended roughness values that comply with existing regulations.

To produce surfaces with the right roughness, one of the methods to perform this finishing process is wet blasting, with this process surfaces can be obtained with a roughness such that they contribute to meeting the necessary conditions of safety and that prevent the adhesion of bacteria.

The company Ingeniar Inox SAS through the formulation of project SENNOVA - Minciencias para la Innovación carried out a functional prototype of a cabin for the Wet blasting process including this methodology in the production process and carrying out laboratory tests with the support of Tecnoparque SENA Pereira and GIMI Grupo de Investigaciones en Materiales de Ingeniería UTP applying the tests on samples in a process with defined parameters and finding a satisfactory average roughness result of $0.213 \mu\text{m}$ which is in the recommended range.

Keywords: stainless steel, abrasive, surface finish, roughness, wet blasting.

Introducción

Aceros Inoxidables Austeníticos

Los aceros inoxidables austeníticos son esencialmente no magnéticos, en la condición solubilizada y pueden ser endurecidos solamente por deformación a frío. Normalmente, poseen buenas propiedades mecánicas en temperaturas criogénicas y buena resistencia a la oxidación a altas temperaturas.

En su composición química, generalmente, tienen contenidos altos de cromo (Cr), en un rango del 16% al 26%, níquel de hasta 35%, manganeso hasta de aproximadamente 15% y molibdeno de hasta 7% (Calderón Hernández, 2012).

El Cr es responsable de la característica inoxidable. En la superficie del material, el Cr reacciona con el oxígeno produciendo una película de óxido llamada película pasiva (McGuire, 2008). Esta película pasiva actúa como una capa protectora, reduciendo la transferencia de cationes del metal hacia el medio ambiente, evitando la pérdida de masa del material.

Limpieza y tratamientos superficiales

Las piezas de trabajo deben limpiarse una o más veces durante su secuencia de manufactura. Para realizar esta limpieza se usan procesos químicos y mecánicos.

La limpieza mecánica implica la remoción física de suciedad, incrustaciones o películas de la superficie de trabajo, mediante abrasivos o acciones mecánicas similares.

Con frecuencia, los procesos usados para limpieza

mecánica sirven para funciones adicionales a la limpieza, como la remoción de rebabas y el mejoramiento del acabado superficial (Mikell, 1997).

La principal diferencia entre el wet blasting y el sand blasting es el fluido con la que se acelera la partícula abrasiva, siendo agua y aire comprimido respectivamente.

La trayectoria de las partículas y su velocidad están definidas por las condiciones de flujo, las partículas abrasivas están sujetas a fuerzas mayores de arrastre y pueden comportarse diferente dependiendo del fluido que las transporta (Kanesan et al., 2019).

La principal razón por la que ha venido restringiendo la limpieza con sand blasting es debido a los problemas de salud que se pueden presentar con la inhalación de polvo de sílice, el cuidado de la calidad del aire para la visibilidad, las partículas gastadas, el escape de polvo perjudicial y la contaminación con polvo de maquinarias o equipos sensibles.

El principal problema que se genera con la utilización de este proceso es el debilitamiento de los pulmones por medio de una enfermedad conocida como silicosis (Cañas Encinas Manuel, García Martín Noelia & Inmaculada, 2017).

En los últimos años, el método de chorro de agua con un aditivo abrasivo ha tomado mucha importancia debido a los beneficios que ofrece.

Algunas ventajas del uso de este proceso de acabado superficial son (Bujis, 2016):

- Se obtienen superficies con alta resistencia a la corrosión.
- Puede reemplazar el proceso de decapado y pasivación.

- Defectos como pérdida del color, engrosamiento y oxidación causadas por procesos de soldadura pueden ser eliminados.
- Se pueden obtener superficies fáciles de limpiar que cumple con requerimientos de sanidad y asepsia como los solicitados por el grupo europeo de ingeniería y diseño higiénico por sus siglas en inglés (EHEDG).

El proceso de wet blasting se puede integrar en las líneas de producción de la empresa fácilmente. Menor impacto ambiental ya que no se están usando agentes químicos.

Nguyen et al., mediante una combinación de trabajo experimental y simulación por CFD reportaron que la tasa de erosión sobre el material aumentó conforme lo hizo el tamaño de la partícula abrasiva, dado que generalmente partículas más grandes tienen mayor energía cinética lo que resulta en una mayor pérdida de material al momento del impacto (Kanesan et al., 2019; V. B. Nguyen et al., 2016).

Los investigadores también han estudiado el efecto de la velocidad del fluido reportando que las tasas de erosión aumentan a medida que aumenta la velocidad del fluido.

Sin embargo, la velocidad de la partícula puede cambiar significativamente dependiendo del tipo de fluido (Humphrey, 1990; Kanesan et al., 2019; Patil et al., 2011).

En una de las primeras investigaciones realizadas sobre los efectos del ángulo de impacto en la erosión de partículas sólidas, Finnie (Finnie, 1960) derivó una ecuación teórica que relaciona y predice el volumen de remoción versus el ángulo de impacto para un solo grano abrasivo.

La ecuación propuesta mostró una buena concordancia con los hallazgos experimentales que se realizaron utilizando un equipo de prueba de erosión seca con diferentes materiales de partículas sólidas como cobre, acero SAE 1020 y aluminio impactando un material dúctil. La mayor pérdida de material se registró a un ángulo de impacto de 20 °.

Otros investigadores observaron tendencias similares utilizando un equipo de prueba de erosión seca y materiales dúctiles (Divakar et al., 2005; Neilson & Gilchrist, 1968; Sundararajan, 1991; Tilly, 1973).

Sin embargo, se obtienen resultados diferentes cuando el material es frágil como lo reportan (Shipway & Hutchings, 1996; Srinivasan & Scattergood, 1988), donde el mecanismo de erosión es el mecanismo de agrietamiento el cual es dominante en el ángulo de impacto normal (Desale et al., 2006; Kosa & Göksenli, 2015).

Efectos similares obtuvieron Al-Bukhaiti et al., Okita et al., Vieira et al., que estudiaron el efecto del ángulo de impacto en la erosión de materiales dúctiles mediante impacto de chorro húmedo (Al-Bukhaiti et al., 2016; Okita et al., 2012; Vieira et al., 2016).

Parámetros para los procesos de acabado a chorro en aceros inoxidables

Tamaño de la partícula.

El tamaño de la partícula abrasiva es un parámetro importante para analizar. Se ha encontrado que la tasa de desgaste erosivo incrementa con el tamaño de la partícula, esto se debe a que partículas más grandes poseen una elevada energía cinética comparadas con partículas más pequeñas viajando a la misma velocidad. Kanesan et al., reportaron que el desgaste aumenta

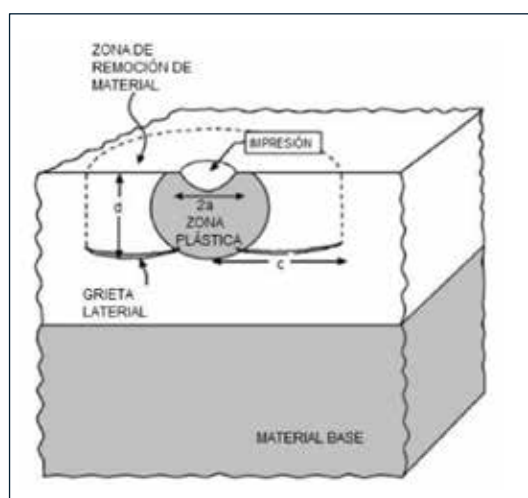
conforme lo hace el tamaño de la partícula en el acero inoxidable 316 utilizando sand blasting (Kanesan et al., 2019).

Las partículas grandes viajando con energías cinéticas elevadas transfieren mayor cantidad de energía en el impacto, resultando en un desgaste erosivo mayor (Bahadur & Badruddin, 1990; Bitter, 1963; Brown et al., 1983; Feng & Ball, 1999; Finnie, 1960; Kanesan et al., 2019). Es natural, que la energía cinética perdida se convierta en calor transferido al material o sea absorbido por la misma partícula.

El impacto de las partículas sobre la capa de óxido de cromo creará grietas alrededor de la impresión que deja la partícula, unas laterales y otras que se extienden radialmente hacia afuera. Las grietas laterales contribuirán a la remoción de la capa de óxido de cromo, se creará una zona plástica debajo de la impresión de la partícula que se extenderá hasta 2 veces el radio de la impresión como se muestra en la Figura 1 (Chen et al., 2005; Myrself, 2014).

Figura 1.

Patrón de grietas formadas en la capa de óxido de cromo.



Nota: Modificado de <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:795762/FULLTEXT01.pdf>.

Partículas de material blando tienden a absorber mayor cantidad de energía que materiales más duros, además de deformarse más por lo que en vez de transferir energía al material la absorbe. Sin embargo, estas partículas deformadas también se endurecen después de la deformación por lo que partículas blandas utilizadas varias veces tendrán bajos efectos solo al principio (Chen et al., 2005; Wakuda et al., 2003).

Sin embargo, algunos investigadores también han reportado que la tasa de desgaste erosivo puede disminuir así se aumente el tamaño de la partícula por lo que debe existir un tamaño crítico de la partícula, para el cual la tasa de erosión es máxima y si se aumenta o disminuye el tamaño de la partícula la tasa también disminuirá (Liebhard & Levy, 1991; Tilly, 1973).

Velocidad del fluido.

Otro parámetro importante a tener en cuenta en los procesos de acabado a chorro es la velocidad del fluido que mueve la partícula.

Esta velocidad influye directamente en la tasa de desgaste erosivo. Kanesan et al., reportaron que la tasa de desgaste erosiva incrementaba a medida que lo hacía la velocidad del fluido en el acero inoxidable 316 (Kanesan et al., 2019), esto corresponde a la relación directamente proporcional entre el producto de la masa y la velocidad con la energía cinética, por lo que es de esperarse que al aumentar la masa (tamaño de la partícula) y la velocidad también aumente la tasa de desgaste erosivo.

Otros investigadores reportaron el mismo

comportamiento (Cameron & Jones, 2007; Kanesan et al., 2019; Q. B. Nguyen et al., 2014; Stevenson & Hutchings, 1995).

Al aumentar la velocidad se aumenta la energía cinética y se aumenta el esfuerzo máximo a tracción en la capa de óxido de cromo o un poco más abajo de ella, lo que promueve la remoción de la capa de óxido y además genera la posibilidad de un endurecimiento por deformación (Myrsell, 2014).

Ángulo de impacto.

En cuanto a la influencia del ángulo de impacto del abrasivo Kanesan et al., reportaron un aumento en el desgaste del acero inoxidable 316 en ángulos de impacto entre 20° y 45°. Siendo 45° el ángulo de impacto crítico, si se sigue aumentando el ángulo habrá una disminución de la erosión (Kanesan et al., 2019).

La razón se debe a que en ángulos de impacto inferiores a 45°, la componente normal de la fuerza de impacto es pequeña a comparación con la componente tangencial, que hace q las partículas abrasivas se deslicen y provoquen líneas de desgaste más profundas; sin embargo, cuando el ángulo es justo 45° la componente normal de la fuerza es mucho mayor que la tangencial lo cual provoca una transferencia de energía cinética mayor, generando deformación plástica.

Para ángulos de impacto entre 60° y 90°, la componente normal de la fuerza de impacto es mayor que su componente tangencial lo que genera líneas de desgaste menos profundas, se elimina menos material debido a q las partículas sólidas transfieren menos energía cinética.

Este comportamiento también fue obtenido por otros investigadores en materiales

dúctiles (Al-Bukhaiti et al., 2007; Divakar et al., 2005; Laguna-Camacho Juan R, Vite-Torres M, Gallardo-Hernandez E.A, 2013; Q. B. Nguyen et al., 2014). Adicionalmente, se han desarrollado modelos erosivos que han sido usados por algunos investigadores mostrando que el ángulo crítico debe estar entre 30° y 50° (Botros et al., 2018; Zhang et al., 2007).

Rugosidad.

La rugosidad de una superficie se mide con un instrumento llamado rugosímetro que consta de una aguja que se desplaza por la superficie, su movimiento es amplificado y se registra la señal.

El resultado se expresa como Ra o rugosidad media que es el promedio aritmético de la desviación de la taza por encima y por debajo de la línea central, este valor es medido comúnmente en micrómetros.

Las normas ISO utilizan el término promedio de la línea central (de las siglas en inglés CLA) (Edge, 2000).

Un estudio topográfico realizado por la organización de investigación independiente en los países Bajos (TNO) mostró que un acero inoxidable atacado con un proceso de acabado a chorro utilizando partículas de vidrio obtuvo una rugosidad de 1,3 μm , pero se sabe actualmente que, un proceso de wet blasting arroja rugosidades entre 0,25 μm y 0.6 μm (Bujis, 2016).

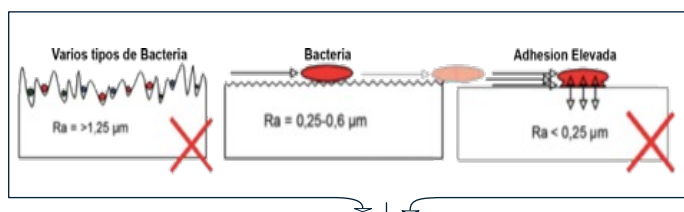
Una superficie muy pulida puede desarrollar corrosión inducida por microbios (MIC) debido al aumento de las fuerzas de adhesión entre la superficie y las bacterias que es indeseable, por lo que la rugosidad no debe

ser inferior a $0.2 \mu\text{m}$ Figura 2 (Bujis, 2016).
Figura 2.

Cuando la superficie es demasiado lisa las bacterias son difíciles de remover, debido a que se adhieren a la superficie.

Figura 2.

Tipos de Superficie y adhesión de las Bacterias



Nota: Modificado de <http://ssw.kcitest.nl/pdf/the-optimisation-of-stainless-steel-surfaces.pdf>.

Una superficie muy rugosa en el acero inoxidable 304, da lugar a corrosión por picaduras, rugosidades aceptables para este material deben ser inferiores a $0,5 \mu\text{m}$ para prolongar su vida útil (Burstein & Pistorius, 1995; Faller et al., 2005).

Como ya se comentó anteriormente, la energía cinética es directamente proporcional a la masa y la velocidad de la partícula lo que causa que aumente el efecto del impacto de la partícula.

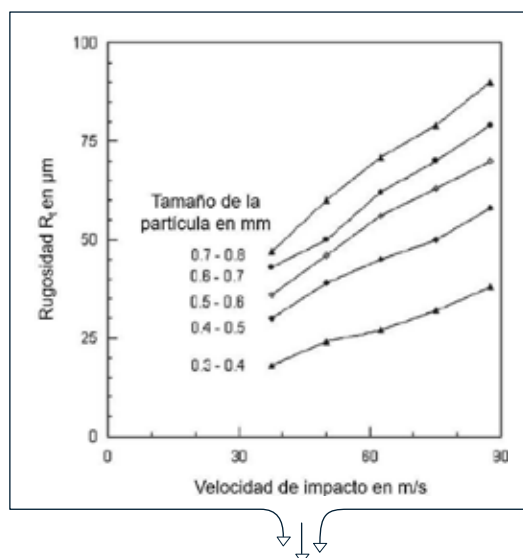
En la Figura 3 se muestran los efectos de la velocidad y el tamaño de la partícula versus la rugosidad, en donde se evidencia que incrementar la velocidad conllevará a un aumento de la rugosidad.

Además, aumentar el tamaño de la partícula también conllevará a un aumento de la rugosidad.

Figura 3. Efecto del tamaño de la partícula y velocidad en la rugosidad de un material. R_t se define como la distancia del pico más alto y el valle más bajo dentro de la longitud de perfil evaluado.

Figura 3

Velocidad y el tamaño de la partícula versus la rugosidad



Nota: Modificado de <http://ssw.kcitest.nl/pdf/the-optimisation-of-stainless-steel-surfaces.pdf>.

Acabado superficial

Con el proceso de wet blasting es posible obtener un buen acabado superficial que permite la formación de la capa de óxido de cromo con espesor deseado que están entre 10 y 15 nm, la cual se forma pasadas 4 horas del proceso, es importante que no se toque la superficie para evitar huellas dactilares en ella (Bujis, 2016).

El acero AISI 304 muestra un comportamiento indeseable frente a la corrosión cuando su superficie ha sido sometida a un proceso de granallado con partículas de vidrio, cuando su uso es en ambientes corrosivos como en piscinas, en cocinas. Si su disposición final no es en un medio

corrosivo y si se lava regularmente la superficie es aceptable el uso de partículas de vidrio (Faller et al., 2005).

El uso de wet blasting puede ofrecer la mejor solución en términos del acabado superficial evitando el uso de productos químicos.

En los procesos de soldadura de los aceros inoxidables se hace necesario la aplicación de un acabado superficial para eliminar las zonas y superficies oscuras causadas por la soldadura que a su vez son microporosas y pueden permitir la absorción de cloruros, además el material subyacente a la soldadura es cromo quemado lo que reduce la resistencia a la corrosión.

Una forma muy usada de obtener un mejor acabado superficial en los aceros inoxidables es eliminar la capa de óxido de cromo dañada, quemada o contaminada por medio del proceso conocido como decapado, esto da lugar a la generación de una nueva capa de óxido (pasivación).

Este proceso genera impactos ambientales indeseables además de incurrir en paros de proceso en las empresas para poder enviar las piezas a lugares especializados en el proceso de decapado y pasivación.

Una buena alternativa es el uso del granallado con partículas duras de vidrio, con limitaciones en el uso de industrias alimentarias por no cumplir condiciones de superficie, ya que las partículas de vidrio al romperse tras el impacto generan bordes puntiagudos que inciden en el detrimento superficial.

Otra opción es el uso de partículas cerámicas con las que se obtienen mejores acabados superficiales (Bujis, 2016).

Normatividad

La norma ASME BPE-2007 especifica los estándares para equipos de bioprocesamiento en donde se especifica que los aceros inoxidables de grado alimenticio deben contar con rugosidades entre $0,5 \mu\text{m}$ y $0,8 \mu\text{m}$ [43].

La 3-A Sanitary Standards Inc. (3-A SSI) ha establecido un inventario completo de normas sanitarias en donde se especifica que el acabado superficial de una superficie en contacto con alimentos debe (Faller et al., 2005): Todas las superficies en contacto con el producto deben tener un acabado al menos tan suave como un acabado pulido No. 4 en láminas de acero inoxidable y estar libres de imperfecciones como hoyos, pliegues y grietas en la forma final fabricada.

Acabado de superficie equivalente a grano 150 o mejor obtenido con carburo de silicio, aplicado correctamente sobre láminas de acero inoxidable.

Un Ra máximo de $0,80 \mu\text{m}$ cuando se mide de acuerdo con las recomendaciones de ASME B46.1.

Según el grupo europeo de ingeniería y diseño higiénico (EHEDG) respecto al acabado de superficies en contacto estipula lo siguiente (Faller et al., 2005):

Grandes áreas de la superficie de contacto con el producto deben tener un acabado superficial con $Ra = 0,8 \mu\text{m}$, o mejor, aunque la capacidad de limpieza depende en gran medida de la tecnología de acabado de la superficie aplicada, ya que esto puede afectar la topografía de la superficie.

Una rugosidad de $Ra > 0,8 \mu m$ es aceptable si los resultados de la prueba han demostrado que la capacidad de limpieza requerida se logra debido a otras características de diseño o procedimientos como una alta tasa de flujo del agente de limpieza.

Este análisis ayuda al fabricante del equipo a diseñar y realizar la ingeniería de componentes que satisfacen las necesidades higiénicas de la planta de alimentos.

Un activo para los fabricantes de equipos de acero inoxidable y componentes ha sido el desarrollo de técnicas de laboratorio para el estudio del acero inoxidable. (Mathiesen, 2009).

Se requiere verificar si bajo las condiciones y parámetros de trabajo seleccionados para la aplicación del proceso wet blasting con un prototipo funcional se obtiene una rugosidad superficial que cumpla los lineamientos esperados rugosidad superficial inferior $0,8$ micrómetros.

En este documento se tiene como objetivo presentar la técnica de acabado superficial Wet blasting y los resultados obtenidos verificando la aplicación de proceso Wet blasting sobre acero inoxidable 304.

Métodos o Diseño Metodológico

Los parámetros de proceso: Presión de operación, Caudal de suministro de aire, ángulo de ataque de la pistola de aplicación sobre la pieza, cantidad de abrasivo en la mezcla, cantidad de agua en la mezcla, tipo y tamaño de abrasivo; fueron seleccionados de acuerdo con la Investigación realizada y guías de operación de equipos existentes.

De manera controlada se realizaron los ensayos correspondientes a las cinco muestras verificando la uniformidad en los parámetros.

1. Diseño: Una prueba piloto realizada sobre probetas de tamaño estandarizado $50 \times 50mm$.
2. Población: Cinco muestras de acero inoxidable 304 calibre 20 ($0,9mm$) atacado con proceso Wet blasting sobre superficie original en acabado 2B.
3. Entorno: El estudio se realizó en la cabina de Wet blasting en las instalaciones de la empresa Ingeniar Inox SAS Pereira y los análisis de laboratorio Línea de Biotecnología y nano tecnología Tecnoparque nodo Pereira.
4. Procedimiento: Caracterización con Microscopio de Fuerza Atómica AFM Nanosurf Flex AFM V5, C3000, Control software Versión 3.8.

Análisis estadístico

El método estadístico utilizado en este proceso es calcular el promedio de los cinco datos registrados en el equipo de medición de rugosidad. En la Tabla 1, aparece el resultado correspondiente.

Análisis de resultados.

Se halló una rugosidad superficial promedio de $0.213 \mu m$ en las cinco muestras analizadas, dicho resultado cumple con lo requerido $Ra < 0,8 \mu m$ en las guías de EHEDG para equipos de acero inoxidable empleados en la industria alimentaria.

Caracterización por AFM proceso de pulido abrasivo mecánico en piezas de acero inoxidable 304

Se reciben 5 piezas de acero inoxidable espesor 0.9 mm acabado satinado en lado plastificado y acabado wet blasting con abrasivo cerámico 1200 tamaño de 50x50mm
Técnica de caracterización

El Microscopio de Fuerza Atómica se utiliza ampliamente para la obtención de imágenes superficiales de alta resolución; así como para obtener información de las propiedades mecánicas de un material.

Esta herramienta cuenta con diversos modos de operación, algunos de ellos son: estáticos, dinámicos, tapping y contacto, entre otros. De igual forma, posee diversas geometrías de la punta del cantilever.

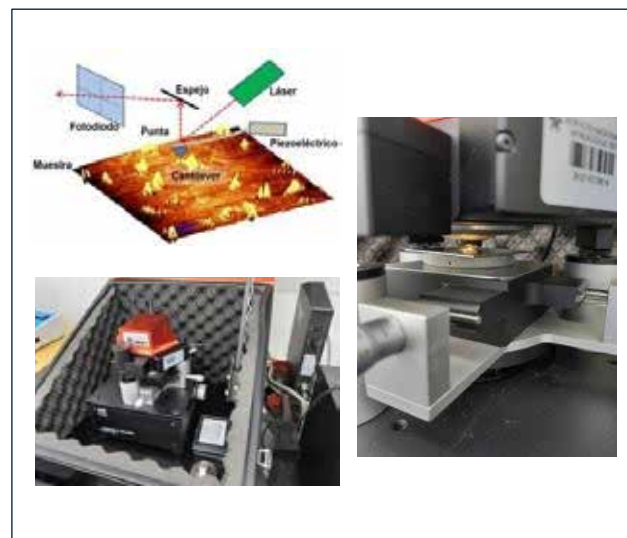
Consiste en una interacción entre un fotodetector, cantiléver con una punta, posicionadores de materiales piezoeléctricos, láser y la muestra.

Su funcionamiento corresponde a una pequeña punta sujeta a una viga en voladizo (cantilever); esta realiza un barrido sobre la superficie de la muestra, tomando los datos para determinar las características topográficas y de fases. Con esa configuración, el voladizo detecta las fuerzas de interacción que se generan entre la punta y la superficie de la muestra; fuerzas de van der Waals, electrostáticas y repulsiones electrónicas que surgen en distancias nanométricas.

El AFM usa un sistema de deflexión láser que es reflejado por la parte posterior de la viga en voladizo a un detector de posicionamiento que está compuesto por un fotodiodo de cuatro cuadrantes.

Figura 4

AFM Nanosurf Flex AFM V5, C3000, Control software Versión 3.8



Nota: Autoría propia

Figura 5

Especificaciones cantilever y punta APPNANO
SPM Probe Model: ACSTA Material: Si N-type
Cantilever :150μm W:28μm :3.0μm
Tip-radius<10nm f:150kHz k:7.8N/m Coating:
I(Reflex Side)

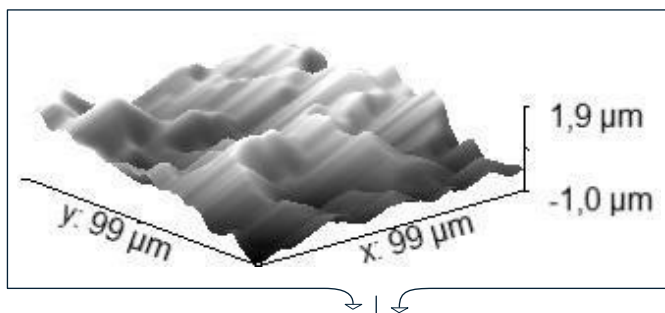


Nota: Autoría propia

Condiciones de barrido: Modo de operación no contacto, frecuencia de vibración 155.768Hz, Set point 50%, 256 points/line, área de barrido 98.9x98.9 μm

Figura 6

Topografía de la muestra



Nota: Creación propia

Tabla 1

Resultados de Medición de rugosidad Sa promedio de las 5 muestras. Promedio de rugosidad para las 5 muestras 0.213 μm

Muestra	M1	M2	M3	M4	M5
ugosidadSa [μm]	0.218	0.233	0.232	0.246	0.132
Promedio de rugosidad para las 5 muestras 0.213 μm					

Nota: Creación Propia

Discusión y conclusiones

El proceso de acabado Wet blasting sobre acero inoxidable 304 con los parámetros seleccionados cumple con los estándares de rugosidad superficial de la industria 0.213 μm teniendo como valor de referencia que sea inferior a 0,8 μm ; El desarrollo del prototipo para proceso wet blasting permite aumentar las capacidades de la

empresa Ingeniar Inoxidables, se logra verificar como el uso de este método de acabado superficial cumple los parámetros requeridos para las piezas intervenidas demostrando los antecedentes que llevaron a la formulación de este proyecto.

Con la selección de abrasivo cerámico 1200 para la aplicación como abrasivo en proceso Wet blasting sobre acero inoxidable 304 se obtiene una superficie con acabado satinado que brinda una excelente presentación estética. El proceso de acabado superficial Wet blasting presenta una alta repetibilidad en los resultados de rugosidad superficial obtenidos.

Se evidencia una solución de acabado superficial Wet blasting que no presenta riesgos respiratorios para el operador del proceso y no tiene impactos ambientales negativos ya que el agua de proceso se recircula y los abrasivos no presentan afectación al medio ambiente.

Referencias Bibliográficas

- Al-Bukhaiti, M. A., Abouel-Kasem, A., Emar, K. M., & Ahmed, S. M. (2016). Particle Shape and Size Effects on Slurry Erosion of AISI 5117 Steels. *Journal of Tribology*, 138(2). <https://doi.org/10.1115/1.4031987/377964>
- Al-Bukhaiti, M. A., Ahmed, S. M., Badran, F. M. F., & Emar, K. M. (2007). Effect of impingement angle on slurry erosion behaviour and mechanisms of 1017 steel and high-chromium white cast iron. *Wear*, 262(9-10), 1187-1198. <https://doi.org/10.1016/J.WEAR.2006.11.018>
- Bahadur, S., & Badruddin, R. (1990). Erodent particle characterization and the effect of particle size and shape on erosion. *Wear*, 138(1-2), 189-208. [https://doi.org/10.1016/0043-1648\(90\)90176-B](https://doi.org/10.1016/0043-1648(90)90176-B)
- Bitter, J. G. A. (1963). A study of erosion phenomena part I. *Wear*, 6(1), 5-21.

[https://doi.org/10.1016/0043-1648\(63\)90003-6](https://doi.org/10.1016/0043-1648(63)90003-6)

Que_concepciones_tienen_sobre_el_pensamiento_los_docentes_en_formacion

Botros, K. K., Jensen, L., & Foo, S. (2018).

Determination of erosion-based maximum velocity limits in natural gas facilities. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 55, 395-405. <https://doi.org/10.1016/J.JNGSE.2018.05.013>

Chen, X., Hutchinson, J. W., & Evans, A.G. (2005). The Mechanics of Indentation Induced Lateral Cracking. *Journal of the American Ceramic Society*, 88(5), 1233-1238. <https://doi.org/10.1111/J.1551-2916.2005.00281.X>

Brown, R., Kosco, S., & Jun, E.J. (1983). The effect of particle shape and size on erosion of aluminum alloy 1100 at 90° impact angles. *Wear*, 88(2), 181-193. [https://doi.org/10.1016/S0043-1648\(83\)80007-6](https://doi.org/10.1016/S0043-1648(83)80007-6)

Desale, G. R., Gandhi, B. K., & Jain, S. C. (2006). (2005). Effect of erodent properties on erosion wear of ductile type materials. *Wear*, 261(7-8), 914-921. <https://doi.org/10.1016/J.WEAR.2006.01.035>

Bujis, K. (2016). The optimisation of stainless steel surfaces. *Stainless Steel World*, July/Augus(October), 47-52. <http://ssw.kcitest.nl/pdf/the-optimisation-of-stainless-steel-surfaces.pdf>

Divakar, M., Agarwal, V. K., & Singh, S.N. (2005). Effect of the material surface hardness on the erosion of AISI316. *Wear*, 259(1-6), 110-117. <https://doi.org/10.1016/J.WEAR.2005.02.004>

Burstein, G. T., & Pistorius, P. C. (1995). Surface Roughness and the Metastable Pitting of Stainless Steel in Chloride Solutions. *Corrosion*, 51(5), 380-385. <https://doi.org/10.5006/1.3293603>

Edge, E. (2000). Surface Roughness(Finish) Review and Equations. https://www.engineersedge.com/surface_finish.htm

Calderón Hernández, J. W. (2012). Efeito da temperatura de solubilização e da concentração de íons cloreto e sulfato sobre a resistência à corrosão por Pite dos aços inoxidáveis austeníticos 17Cr-6Mn-5Ni e UNS S30403. <https://doi.org/10.11606/D.3.2012.TDE-O2042012-150602>

Faller, M., Buzzi, S., & Trzebiatowski, O. V. (2005). Corrosion behaviour of glass-bead blasted stainless steel sheets and other sheets with dull surface finish in a chloride solution. *Materials and Corrosion*, 56(6), 373-378. <https://doi.org/10.1002/MACO.200403846>

Cameron, J. A., & Jones, C. (2007). Development, Verification and Application of a Screen Erosion Model (May 30-June 1, 2007; 1). OnePetro. <https://doi.org/10.2118/107437-MS>

Feng, Z., & Ball, A. (1999). The erosion of four materials using seven erodents – towards an understanding. *Wear*, 233-235, 674-684. [https://doi.org/10.1016/S0043-1648\(99\)00176-3](https://doi.org/10.1016/S0043-1648(99)00176-3)

Cañas Encinas Manuel , García Martín Noelia, P. G. R. e C. G., & Inmaculada. (2017). ¿Qué Concepciones Tienen Sobre El Pensamiento Los Docentes En Formación? In A. E. De P. C. (Aepc) (Ed.), *Avances En Ciencias De La Educación Y Del Desarrollo*, 2017 (5th ed., Issue August, p. 687). Universidad de Granada. https://www.researchgate.net/publication/319352152_

Finnie, I. (1960). Erosion of surfaces by solid particles. *Wear*, 3(2), 87-103. [https://doi.org/10.1016/0043-1648\(60\)90055-7](https://doi.org/10.1016/0043-1648(60)90055-7)

Humphrey, J. A. C. (1990). Fundamentals of fluid motion in erosion by solid particle impact. *International Journal of Heat and Fluid Flow*, 11(3), 170-195. <https://doi.org/10.1016/0142->

727X(90)90036-B

- Kanesan, D., Mohyaldinn, M. E., Ismail, N. I., Chandran, D., & Liang, C. J. (2019). An experimental study on the erosion of stainless steel wire mesh sand screen using sand blasting technique. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 65, 267-274. <https://doi.org/10.1016/J.JNGSE.2019.03.017>
- Kosa, E., & Göksenli, A. (2015). Effect of Impact Angle on Erosive Abrasive Wear of Ductile and Brittle Materials. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, 9(9), 1566-1570. <https://publications.waset.org/10002428/effect-of-impact-angle-on-erosive-abrasive-wear-of-ductile-and-brittle-materials>
- Laguna-Camacho Juan R, Vite-Torres M, Gallardo-Hernandez E.A, V.-C. E. E. (2013). Solid particle erosion o diferente metallic materials- Google Libros. In H. Pihtili (Ed.), *Tribology in Engineering* (1st ed., pp. 63-80). IntechOpen. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/51176>
- Liebhard, M., & Levy, A. (1991). The effect of erodent particle characteristics on the erosion of metals. *Wear*, 151(2), 381-390. [https://doi.org/10.1016/0043-1648\(91\)90263-T](https://doi.org/10.1016/0043-1648(91)90263-T)
- Mathiesen, J. E. F. T. (2009). Specifying Stainless Steel Surfaces For The Brewery, Dairy And Pharmaceutical Sectors | NACE CORROSION | OnePetro. *Corrosion*, 26. <https://onepetro.org/NACECORR/proceedings-abstract/CORRO9/All-CORRO9/NACE-09373/128782>
- McGuire, M. F. (2008). *Stainless Steels for Design Engineers* -- Google Libros (A. International (ed.); 1 edicion). ASM International. https://books.google.com.co/s?hl=es&lr=&id=QzJDRxLLxNlC&oi=fnd&pg=PP6&dq=McGuire,+Michael+F.+Ferritic+Stainless+Steels.+Stainless+Steels+for+Design+Engineers.+2019%3B109-22.&ots=fs6L-lqRML&sig=cPWs6KEbZetRO7bg-z_OOX9iDzY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Mikell, P. G. (1997). *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas* - Mikell P. Groover - Google Libros (I. A. S. & S. C. Prentice-Hall (ed.); 1 edición). PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA S.A. <https://books.google.com.co/s?id=tcV0l37tUrOC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Myrsell, J. (2014). Effect of shot blasting on process oxidised stainless steel - morphology , chemistry and pickling performance. Rapport: KIMAB-2014-109. Swerea KIMAB [KTH ROYAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT]. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:795762/FULLTEXT01.pdf>
- Neilson, J. H., & Gilchrist, A. (1968). Erosion by a stream of solid particles. *Wear*, 11(2), 111-122. [https://doi.org/10.1016/0043-1648\(68\)90591-7](https://doi.org/10.1016/0043-1648(68)90591-7)
- Nguyen, Q. B., Nguyen, V. B., Lim, C. Y. H., Trinh, Q. T., Sankaranarayanan, S., Zhang, Y. W., & Gupta, M. (2014). Effect of impact angle and testing time on erosion of stainless steel at higher velocities. *Wear*, 321, 87-93. <https://doi.org/10.1016/J.WEAR.2014.10.010>
- Nguyen, V. B., Nguyen, Q. B., Zhang, Y. W., Lim, C. Y. H., & Khoo, B. C. (2016). Effect of particle size on erosion characteristics. *Wear*, 348-349, 126-137. <https://doi.org/10.1016/J.WEAR.2015.12.003>
- Okita, R., Zhang, Y., McLaury, B. S., Shirazi, S. A., & Rybicki, E. F. (2012). Effects of Viscosity, Particle Size, and Particle Shape on Erosion in Gas and

- Liquid Flows. In ASME-JSME-KSME 2011 Joint Fluids Engineering Conference, AJK 2011 (Vol. 1, Issue PARTS A, B, C, D). American Society of Mechanical Engineers Digital Collection. <https://doi.org/10.1115/AJK2011-09023>
- Patil, M. S., Deore, E. R., Jahagirdar, R. S., & Patil, S. V. (2011). Study of the parameters affecting erosion wear of ductile material in solid-liquid mixture. Proceedings of the World Congress on Engineering 2011, WCE 2011, 3, 2159-2163. http://www.iaeng.org/publication/WCE2011/WCE2011_p2159-2163.pdf
- Shipway, P. H., & Hutchings, I. M. (1996). The rôle of particle properties in the erosion of brittle materials. *Wear*, 193(1), 105-113. [https://doi.org/10.1016/0043-1648\(95\)06694-2](https://doi.org/10.1016/0043-1648(95)06694-2)
- Srinivasan, S., & Scattergood, R. O. (1988). Effect of erodent hardness on erosion of brittle materials. *Wear*, 128(2), 139-152. [https://doi.org/10.1016/0043-1648\(88\)90180-9](https://doi.org/10.1016/0043-1648(88)90180-9)
- Stevenson, A. N. J., & Hutchings, I. M. (1995). Scaling laws for particle velocity in the gas-blast erosion test. *Wear*, 181-183(PART 1), 56-62. [https://doi.org/10.1016/0043-1648\(95\)90008-X](https://doi.org/10.1016/0043-1648(95)90008-X)
- Sundararajan, G. (1991). A comprehensive model for the solid particle erosion of ductile materials. *Wear*, 149(1-2), 111-127. [https://doi.org/10.1016/0043-1648\(91\)90368-5](https://doi.org/10.1016/0043-1648(91)90368-5)
- Tilly, G. P. (1973). A two stage mechanism of ductile erosion. *Wear*, 23(1), 87-96. [https://doi.org/10.1016/0043-1648\(73\)90044-6](https://doi.org/10.1016/0043-1648(73)90044-6)
- Vieira, R. E., Mansouri, A., McLaury, B. S., & Shirazi, S. A. (2016). Experimental and computational study of erosion in elbows due to sand particles in air flow. *Powder Technology*, 288, 339-353. <https://doi.org/10.1016/J.POWTEC.2015.11.028>
- Wakuda, M., Yamauchi, Y., & Kanzaki, S. (2003). Material response to particle impact during abrasive jet machining of alumina ceramics. *Journal of Materials Processing Technology*, 132(1-3), 177-183. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(02\)00848-8](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(02)00848-8)
- Zhang, Y., Reuterfors, E. P., McLaury, B. S., Shirazi, S. A., & Rybicki, E. F. (2007). Comparison of computed and measured particle velocities and erosion in water and air flows. *Wear*, 263(1-6), 330-338. <https://doi.org/10.1016/J.WEAR.2006.12.048>

PERCEPCIÓN DE LOS APRENDICES FRENTE A LA DIDÁCTICA KINESTÉSICA EN LA FPI, PRESENCIAL DEL CENTRO DE COMERCIO Y SERVICIOS DEL SENA REGIONAL RISARALDA

"PERCEPTION OF APPRENTICES AGAINST KINESTHETIC DIDACTICS IN THE FACE-TO-FACE FPI OF THE TRADE AND SERVICES CENTER OF THE SENA RISARALDA REGIONAL".

- Adriana María Arenas Jaramillo , Centro de Servicios Financieros, Regional Distrito Capital, amarenas@sena.edu.co
- Adíela Martínez de Sánchez, Centro comercio y Servicios, Sena Regional Risaralda, amartinezs@sena.edu.co
- Luz Adriana Sanz Cardona, Centro de comercio y Servicios, Sena Regional Risaralda, lasanzc@sena.edu.co
- Carlos Alberto Sierra Iturregui, Centro comercio y Servicios, Sena Regional Risaralda, csierrai@sena.edu.co

Resumen

Esta investigación se realizó para conocer la percepción de los aprendices del Centro de Comercio y Servicios del SENA, Regional Risaralda, sobre la utilización de actividades didácticas de tipo kinestésico en las sesiones pedagógicas orientadas en los ambientes de formación. Para este estudio se utilizó el enfoque de investigación cualitativa exploratoria que apunta a establecer normas de conducta y comportamientos concretos basados en la información obtenida. Se contextualizó con todos los programas de formación ofertados en el Centro de formación durante el segundo y tercer trimestre de 2019.

Como conclusión, se obtuvo que el efecto de integrar actividades kinestésicas en clase es percibido por los aprendices como una herramienta de enseñanza interesante y efectiva, aunque su utilización es escasa.

Palabras Claves: kinestesia, juegos didácticos, competencias.

Abstract

This research was conducted to know the perception of the apprentices of the SENA Trade and Services Center, Risaralda Regional, on the use of kinesthetic type didactic activities in the pedagogical sessions oriented in the training environments. For this study, the exploratory qualitative research approach was used, which aims at establishing norms of conduct and concrete behaviors based on the information obtained. It was contextualized with all the training programs offered at the Training Center during the second and third quarter of 2019.

As a conclusion, it was obtained that the effect of integrating kinesthetic activities in class is perceived by the trainees as an interesting and effective teaching tool, although its use is scarce.

Keywords: kinesthesia, didactic games, competences.

Introducción

La cinestesia, también conocida como kinestesia o según Arvizu (2016), se concibe como la percepción de los movimientos corporales. Implica ser capaz de detectar cambios en la posición del cuerpo y los movimientos sin depender de la información de los cinco sentidos.

De acuerdo con las teorías de Gardner (1992), los seres humanos tienen ocho diferentes tipos de inteligencia, entre ellas la kinestésica, que reflejan diferentes formas de interactuar con el mundo.

Cada persona tiene una combinación o perfil, aunque no hay dos individuos que posean la misma combinación. A través del desarrollo de los procesos formativos, se puede apropiar información mediante la inteligencia kinestésica corporal, es decir, actividades que implican movimiento; en estos casos, la información se traduce en aprendizaje significativo.

La integración de la cinestesia en un proceso de enseñanza puede conducir hacia un aprendizaje exitoso mediante el uso de actividades didácticas de tipo kinestésico en los ambientes de aprendizaje; mediante un análisis cualitativo que tiene como objetivo explicar, predecir o explorar el "porqué" de los vínculos entre la información no estructurada, Mendoza (2018). Es entonces, desde la perspectiva cualitativa, que los fenómenos son analizados en su contexto, procurando encontrar el sentido o la interpretación de los mismos a partir de los significados que las personas les conceden, según Noreña, Alcaraz-Moreno, Rojas y Rebolledo-Malpica, (2012).

Otros autores que han realizado aportes significativos relacionados con este estudio son: Borracci, Manente, Tamini, Dvorkin, Arribalzaga y Galli (2015). Tellier (2008), incorpora en sus estudios la cinestesia dentro de un lugar significativo.

Muchos profesores se han preocupado por investigar cómo se producen los procesos de aprendizaje. De hecho, la labor esencial del instructor no es enseñar, sino lograr que los aprendices aprendan (Muñoz, López y Orozco 2006). El patrón general que se requiere para conducir el proceso de enseñanza aprendizaje tanto grupal, como individualmente es complicado, ya que cada estudiante tiene su manera específica de aprender.

De acuerdo con Cazau, (2001), los estilos de aprendizaje se desarrollan más cuanto más los usemos y por lo tanto, utilizar más un estilo de aprendizaje implica que hay otros que se utilizan menos y en consecuencia los estilos de aprendizaje tendrán distintos niveles de desarrollo. La manera como el cerebro humano recibe la información es un aspecto modular en el aprendizaje.

Según Dunn, (1978), los estudiantes pueden percibir a través de tres estilos de aprendizaje: de forma visual, auditiva o kinestésica (VAK). Para aprender, se depende de los sentidos para procesar la información del entorno. La mayoría de las personas tienden a usar uno de sus sentidos, más que los otros.

Según Gardner (1998), todos aprenden a través de más de un estilo de aprendizaje como: visual, naturalista, interpersonal, intrapersonal, kinestésico, musical, matemático y lingüístico.

Existen numerosas investigaciones que demuestran que no hay diferencias significativas entre la prevalencia de los estilos de aprendizaje sobre el kinestésico. Mientras que, en algunos programas universitarios, este estilo es el que predomina, como lo afirman Cid, Suazo, Ferro y González, (2012), en un estudio sobre el tema realizado en la universidad UISEK, Chile.

Metodología

Este estudio sigue la estructura de un

proceso de investigación cualitativa en los ambientes de aprendizaje con una población objetivo conformada por aprendices de formación titulada y complementaria presencial del Centro de Comercio y Servicios, Sena Regional Risaralda, mediante un muestreo probabilístico aleatorio simple, para el cual se realizaron 218 encuestas. La determinación del tamaño muestral se realizó a través del muestreo aleatorio simple, donde s^2x se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$s^2x = s^2/n \sqrt{1-nN},$$

si la población es finita de tamaño N.

Donde, (n), equivale al 12,1 % del tamaño de la muestra equivalente a 218 aprendices y (N) equivale a un universo de 1800 aprendices.

La recolección de la información se realizó a través de una encuesta en línea en Google Forms. La encuesta fue dirigida a los aprendices y enviada a los instructores líderes de los grupos, los cuales a su vez, la reenviaron a los correos electrónicos de los aprendices de los programas en formación durante el tercer trimestre de 2019.

Con las 17 preguntas elaboradas se pretendió obtener información significativa enmarcada en las siguientes categorías:

- Frecuencia de participación de los aprendices en actividades kinestésicas en el ambiente de aprendizaje.
- Percepción de los aprendices frente a la relación entre aplicación de los juegos didácticos y la mejora del ambiente de formación.
- Incidencia en la reducción de conflictos en el ambiente de formación.
- Inclusión de estas actividades en las guías de aprendizaje.
- Percepción sobre los tipos de juegos preferidos

por los aprendices.

- f. Uso de estas actividades por competencia en los programas del centro de formación.

Resultados

Los resultados reflejan, frente a la pregunta relacionada con la frecuencia de participación en actividades kinestésicas en el ambiente de aprendizaje, que el 56% de los aprendices objeto del estudio, perciben que muy pocas veces han participado en este tipo de actividades, mientras que el 21% argumenta que nunca lo ha hecho; los demás porcentajes se distribuyen así: el 11%, una dos veces semanales, el 7% cada dos semanas y el 5%, una vez al mes. Ver figura 1.

Figura 1.

Frecuencia de participación en juegos didácticos en los ambientes de formación.

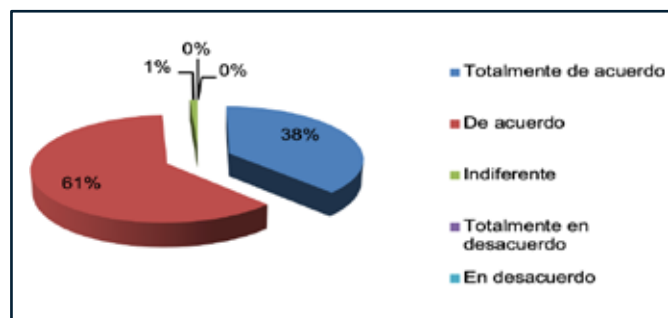


Nota: Creación Propia

Como se observa en la figura 2, las actividades que involucran movimiento, es decir actividades kinestésicas, son percibidas por el 99% de los aprendices como contribuyentes de un mejor ambiente de formación, es decir, el estudiante aprende mejor cuando existe una actividad física en la que se tiene que desenvolver.

Figura 2.

Percepción de los aprendices frente a la relación entre aplicación de los juegos didácticos y su relación con la mejora del ambiente de formación.

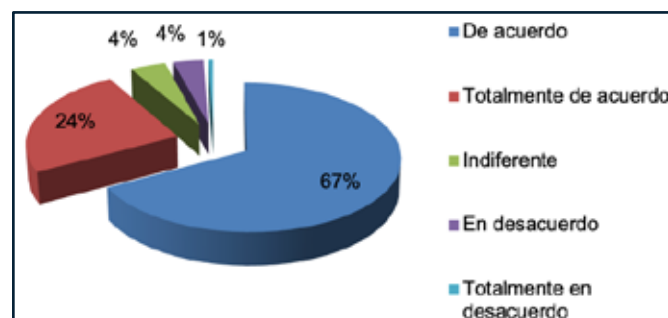


Nota: Creación Propia

Al preguntar a los aprendices sobre el efecto de las actividades kinestésicas en la reducción de conflictos en los ambientes de aprendizaje, el 91%, está de acuerdo con que estas actividades sí ayudan a reducir los conflictos; mientras que un 5% está en desacuerdo y el 4% es indiferente. (Ver Figura 3).

Figura 3.

Percepción de los aprendices frente a la incidencia en la reducción de conflictos en el aula vs la aplicación de juegos didácticos en el ambiente de formación..



Nota: Creación Propia

Frente a la pregunta sobre la inclusión de los juegos y actividades lúdicas en las guías de aprendizaje, se concluye que un 71% de los aprendices están de acuerdo en que estas estrategias se evidencian en el desarrollo de las guías de aprendizaje, mientras que un 24% no están de acuerdo y para el resto de los aprendices que corresponde al 5%, es indiferente. (Ver Figura 4).

Figura 4.

Percepción de los aprendices frente a la Inclusión de actividades lúdicas en las guías de aprendizaje.

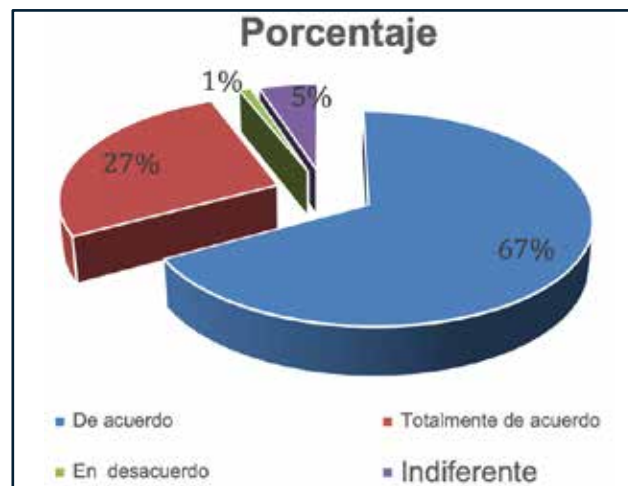


Nota: Creación Propia

En lo que respecta a la pregunta sobre la percepción de los aprendices frente al uso de juegos y actividades lúdicas como propiciadores importantes del conocimiento en los ambientes de formación, es posible afirmar que el 94% está de acuerdo y totalmente de acuerdo, en que sí se propicia; mientras que un 1% está en desacuerdo y el resto de los aprendices equivalente al 5%, es indiferente. (Ver Figura 5).

Figura 5.

Percepción de los aprendices frente al uso de juegos y actividades lúdicas como propiciadores del aprendizaje.



Nota: Creación Propia

De acuerdo con lo expresado en la figura 6, se observa la predominancia del uso de actividades kinestésicas en la competencia de inglés, frente a las demás competencias orientadas en los diferentes programas de formación. Ver figura 6.

Figura 6.

Percepción frente al uso de actividades lúdicas en el aula según competencia orientada.



Nota: Creación Propia.

Lo anterior se justifica debido a que en

la competencia de inglés se utiliza el lenguaje corporal y gestual, lo cual ha sido referenciado por (PATERNAIN, 2016), quien estudia cómo el lenguaje corporal afecta a la adquisición y desarrollo de la lengua extranjera inglés.

Discusión

Según Nolen, (2003), cada una de las inteligencias abarca ciertas características y estas se prestan a profesiones particulares. No es sorprendente que existan formas específicas para que los instructores incorporen las inteligencias en su planificación diaria de lecciones para uso práctico en ambientes de aprendizaje.

Esto, a su vez, permite que cada aprendiz aprenda de una manera asociada a sus fortalezas.

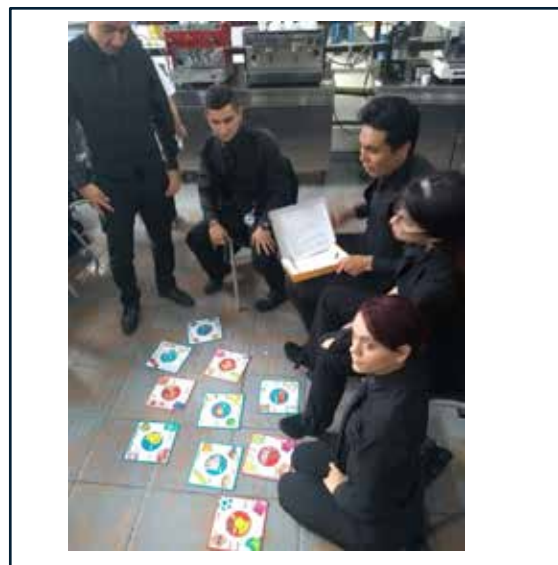
Al aplicar técnicas didácticas kinestésicas en clase, el aprendiz no solo va a usar la memoria visual y auditiva, sino que va a enfatizar la memoria kinestésica, al hacer uso del movimiento corporal.

La integración de actividades kinestésicas en la cotidianidad de la formación puede potenciar todo el proceso de enseñanza aprendizaje, ya que como se mencionó anteriormente, los seres humanos poseen tres grandes estilos para representar mentalmente la información: visual, auditivo y kinestésico (VAK).

No obstante, casi todos emplean los estilos de forma desigual, potenciando unos y subutilizando otros.

Figura 7.

Aprendizaje Visual
(Se visualiza en la columna siguiente)



Nota. Creación Propia

Figura 8.

Aprendizaje auditivo y Kinestésico



Nota. Creación Propia

La postura planteada por los aprendices en este estudio refleja su interés en que los instructores

adopten estrategias pedagógicas que involucren el juego, la lúdica y la lúdica kinestésica en el aula; posición que concuerda con el pensamiento de Bosco, (Martelo, 2013); quien propone que “el juego es sumamente importante debido a que tiene un sentido y significado propio que ayuda a desarrollar la personalidad del aprendiz”.

Esta postura permite evidenciar que las estrategias didácticas que se formulan en las actividades de aprendizaje relacionadas con la kinestesia dentro de la guía de aprendizaje, no se utilizan al máximo; por lo tanto, se observa la necesidad de generar lineamientos institucionales que conduzcan a la implementación práctica de estas estrategias en la formación.

Así mismo, las teorías de Chavez , (2019)., plantean que los juegos didácticos son importantes para mejorar las relaciones interpersonales entre los estudiantes durante las sesiones pedagógicas, lo cual se relaciona directamente con la disminución de conflictos en el aula; criterio que coincide con la visión de López , P., sobre la necesidad de crear espacios para el juego en estas.

Conforme a los hallazgos encontrados en este estudio, las actividades kinestésicas en los ambientes de aprendizaje del Centro de Comercio y Servicios del SENA, Regional Risaralda, son apreciadas por casi la totalidad de los aprendices participantes, como actividades didácticas que contribuyen a un aprendizaje más relevante.

Considerando que en su mayoría los aprendices del Centro se encontraban dentro de la generación perteneciente a los Millenials y de acuerdo con lo expuesto por Diaz Quijano, L. en: In learning , se puede afirmar que los estilos de aprendizaje preferidos por los Millenials, están relacionados con los medios audiovisuales, como estrategias para cautivarlos y atraerlos hacia nuevas formas de participación y percepción del aprendizaje, facilitando el empoderamiento de los

conceptos, durante el proceso formativo.

Figura 9.

Estilos de aprendizaje



Nota: Creación Propia

Teniendo en cuenta la precepción de los aprendices acerca del logro de aprendizajes más relevantes y en concordancia con lo planteado por Diaz Quijano, es posible evidenciar la importancia y necesidad de inclusión de este tipo de actividades en la guía de aprendizaje, la cual hace parte indispensable de los recursos didácticos del aprendiz para facilitar su proceso de aprendizaje en el ambiente de formación.

De otro lado, los hallazgos identificados en este estudio posicionan los juegos didácticos como una herramienta pedagógica para el desarrollo de habilidades y destrezas dentro del proceso de aprendizaje, por ende, se deduce que los aprendices disfrutaban del proceso de aprendizaje, por medio de los juegos de su preferencia. Como juegos opcionales los aprendices objeto de este estudio prefieren los denominados: uno, tingo tango y concéntrese.

Figura 10.

Jugando y aprendiendo



Nota: Creación Propia

De acuerdo con lo expresado por por Sosapanta (2013), las actividades lúdicas propician un aprendizaje significativo en comunicación y lenguaje entre los estudiantes.

Frente al cuestionamiento relacionado con la competencia de su programa de formación que considera se desarrolla más exitosamente a través del uso de juegos y lúdicas en el ambiente de formación, la gran mayoría de aprendices considera que corresponde a la competencia de inglés.

En este caso, se requiere, además de la habilidad técnica para el uso de otro idioma; de otras habilidades blandas como las comunicativas y de trabajo colaborativo, así como del relacionamiento e interacción con otros, al utilizar estrategias didácticas de manera creativa para dicha competencia. De acuerdo con Castellanos (2015), el aprendizaje del idioma inglés requiere del uso de aspectos paralingüísticos del mismo, utilización del lenguaje corporal, gestual y expresión facial,

fundamentales en la comunicación cara a cara.

Figura 11

Jugando y Aprendiendo en inglés



Nota: Creación Propia

En la revisión de la literatura mencionada en el marco teórico y los resultados obtenidos en el proceso de investigación, se puede afirmar que el uso de actividades kinestésicas en el aprendizaje es ampliamente conocido y se considera fundamental para el desarrollo de aprendizajes significativos.

Conclusiones

Después de analizar la muestra sobre el uso de actividades didácticas tipo kinestésico en los ambientes de aprendizaje, es posible identificar que un 56% de los aprendices indica que aún no ha participado de este tipo de actividades dentro de los procesos formativos presenciales del Centro de Comercio y Servicios del SENA, Regional Risaralda.

La integración de actividades didácticas de tipo kinestésico en los ambientes de formación se percibe como una herramienta que facilita el proceso de aprendizaje; sin embargo, un porcentaje importante de aprendices afirma nunca haber participado en actividades kinestésicas en los ambientes de aprendizaje y los que han tomado parte en este tipo de actividades didácticas activas, aseveran que lo han hecho muy pocas veces. En contraste, son apreciadas como actividades que contribuyen a un aprendizaje más relevante.

En consecuencia, se recomienda integrar en las guías de aprendizaje mayor cantidad de juegos y actividades didácticas que impliquen movimiento, reconociendo que éstas, en conformidad con los hallazgos identificados en este estudio, son propiciadoras de un aprendizaje más significativo y reducción de conflictos en el aula. Cabe anotar que, en la enseñanza de una segunda lengua, es más relevante el uso de la kinestesia para lograr que los mensajes lleguen al interlocutor mediante el movimiento, además de los aspectos paralingüísticos del lenguaje citados anteriormente.

Dentro de las tendencias actuales que involucran el uso de la kinestesia para lograr un aprendizaje significativo se encuentra la estrategia STEAM.

Referencias Bibliograficas

Arenas, J. A.M.; Martinez, S., A.; Sanz, C., L.A.; Sierra, I. C.A. Proyecto De Investigación Aplicada. Centro De Comercio Y Servicios. Sena. Regional Risaralda.

Aguirre Arvizu, H. D. (2016). Kinestesia Y Cenestesia, Las Dimensiones Olvidadas. Apuntes Para Una Antropología De Las Sensaciones. Estudios De Antropología Biológica, 18(1).

Alexander, G., & Brieghel-Muller, G. (1982). Eutonie. Psychologie Medicale.

Chavez, Moyan - 2019- Repositorio. UCV. Edu.Pe
Tellier, M. (2008). The Effect Of Gestures On Second Language Memorisation By Young Children. Gesture, 8(2), 219-235.

Borracci, R. A., Manente, D., Tamini, S., Dvorkin, M., Arribalzaga, E. B., Grancelli, H., & Galli, A. (2015). Diferencias En Los Estilos De Aprendizaje Desde La Escuela Primaria Hasta El Posgrado En Medicina. FEM: Revista De La Fundación Educación Médica, 18(2), 123-129.

CASTELLANOS, J. Aspectos De La Teoría De La Comunicación Y Su Aplicación A La Enseñanza De Lenguas. Decires, Revista Del Centro De Enseñanza Para Extranjeros. ISSN 1405-9134, Vol. 15, Num. 18, Primer Semestre, 2015, Pp. 35-44

Cazau, P. (2001). Estilos De Aprendizaje: El Modelo De La Programación Neurolingüística. Recuperado En [Http://Pcazu.com](http://Pcazu.com). Galeon. Com (Consulta: Octubre 2016).

Cid, F. M., Suazo, A. G., Ferro, E. F., & González, J. A. (2012). Estilos De Aprendizaje Visual, Auditivo O Kinestésico De Los Estudiantes De Educación Física De La UISEK De Chile. Revista Electrónica De Psicología Iztacala, 15(2), 405.

Diaz Quijano, L. En: In Learning. Digital Transformation Consultant & Trainer / Board Member Vital Voices. Consultado En : <https://www.linkedin.com/presentation/learning-como-liderar-a-los-millennials/> Presentacion-Del-Curso-Como-Liderar-A-Los-Millennials?U=84303994.

Dunn, R. S., & Dunn, K. J. (1978). Teaching Students

Through Their Individual Learning Styles: A Practical Approach. Prentice Hall.

Gardner, H. (1992). Multiple Intelligences (Vol. 5, P. 56). Minnesota Center For Arts Education.
Gardner, H. (1998). Inteligencias Múltiples. Barcelona: Paidós.

Lopez, Paco. Las Intuiciones Pedagógicas De Juan Bosco. Educación Social. Revista D'intervención Socioeducativa. 60, P. 102-119. 2015.

Martelo Barroso, Zelenia Paola. Solano, Martínez, Florinda Esther. Torres Miranda Martha Elena. Estrategias Lúdico Pedagógicas Para Potenciar El Desarrollo De La Producción De Textos Escritos De 3o Del Centro Educativo San Juan Bosco De Soledad. Corporación Universitaria Del Caribe. Sincelejo. Colombia, (2013)

Mendoza, S. L. H., & Monroy, T. I. S. (2018). Enfoques De La Investigación. Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA, 7(13), 67-68.

Moreno, M. G. A., Páez, R. A. B., & Tello, C. P. (2007). Estilos De Aprendizaje De Estudiantes De Matemáticas En Educación Superior. Memorias De La XVII Semana Regional De Investigación Y Docencia En Matemáticas, 13-21.

Muñoz López, Temístocles Y María Del Carmen Orozco E. (2006). Los Perfiles De Aprendizaje En La Educación Superior. Análisis Y Aplicaciones En Licenciatura. 6° Congreso Internacional "Retos Y Expectativas De La Universidad". El Papel De La Universidad En La Transformación De La Sociedad. Ponencia 350. Memorias De Resúmenes En Versión Impresa Y Artículo Completo En CD. ISBN: 9688639419. Puebla. 15 Pp.

Nolen, J. L. (2003). Multiple Intelligences In The Classroom. Education, 124(1).

Noreña, A. L., Alcaraz-Moreno, N., Rojas, J. G., & Rebolledo-Malpica, D. (2012). Aplicabilidad De Los Criterios De Rigor Y Éticos En La Investigación Cualitativa. Aquichan, 12(3), 263-274.

Paternain Bea, C. (2016). El Lenguaje Corporal En El Proceso De Enseñanza Aprendizaje De La Lengua Extranjera: Inglés. Universidad De Valladolid. Facultad De Educación Y Trabajo Social. P.I.

Sosapanta Oña, María Magdalena. Las Actividades Lúdicas Propician Un Aprendizaje Significativo En Comunicación Y Lenguaje En Los Estudiantes De Quinto Grado De Educación General Básica Paralelos "A" Y "B" De La Escuela Fiscal Mixta "Carlos Larco Hidalgo" Ubicada En La Parroquia Sangolquí, Cantón Rumiñahui, Provincia De Pichincha. 1-Ago-2013.

Soto, I. F. (2018). Incorporando La Física Mecánica, Una Aproximación Al Aprendizaje De La Física Mecánica Desde El Cuerpo. Gestión Ingenio Y Sociedad, 3(1), 3-10.

Úbeda, M., & Escribaniño, M. (2002). Estudio Contrastivo De Los Estilos De Aprendizaje En Los Estudiantes De Arquitectura. Revista Didáctica, 14, 251-271.



**MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS ORGANIZACIONALES
PARA UN SISTEMA DE GESTIÓN BAJO LOS REQUERIMIENTOS
DE LA NORMA NTC ISO/IEC 17025:2017 “REQUISITOS
GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS
LABORATORIOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN”.**

**ORGANIZATIONAL RISK MANAGEMENT MODEL
FOR A MANAGEMENT SYSTEM UNDER THE
REQUIREMENTS OF NTC ISO/IEC 17025:2017
“GENERAL REQUIREMENTS FOR THE COMPETENCE
OF TESTING AND CALIBRATION LABORATORIES**

José Daniel López Chica, Centro
de Diseño e Innovación Tecnológica
Industrial, Sena Regional Risaralda,
jdlopezc@sena.edu.co

Resumen

La gestión de los riesgos tiene como principales propósitos la creación y protección de valor, la mejora del desempeño, el fomento a la innovación y la contribución al logro de objetivos. Para ello implica la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas a las actividades de comunicación y consulta, establecimiento del contexto y evaluación, tratamiento, seguimiento, revisión, registro e informe de los riesgos. Un riesgo se considera como el evento que tiene la capacidad de afectar o desviar los objetivos que se tienen planteados, por lo tanto, se debe considerar que todo riesgo tiene asociada una justificación técnica, estrategia, operacional u otra que lo argumente. El proceso de gestión de los riesgos debe ser parte integral de la toma de decisiones y debe ser integrado a la estructura, las operaciones técnicas, los procedimientos del sistema de gestión y los procesos desde el nivel estratégico, operacional, de programa o de proyecto.

En el presente documento se define la sistemática que se puede adoptar la gestión de riesgos en organismos evaluadores de la conformidad a través de la identificación, el análisis y la cuantificación de las probabilidades y los impactos de los riesgos, así como los efectos secundarios y que se desprenden de los mismos.

Palabras Claves: Modelo de Gestión, gestión de riesgos, Requisitos Laboratorios De Ensayo Y De Calibración

Abstract

The main purposes of risk management are to create and protect value, improve performance, promote innovation and contribute to the achievement of objectives. This involves the systematic application of policies, procedures and practices to the activities of communication and consultation, establishment of the context and evaluation, treatment, follow-up, review, recording and reporting of risks.

A risk is considered as an event that has the capacity to affect or deviate from the objectives that have been set, therefore, it should be considered that every risk has, associated to it, a technical, strategic, operational justification, or any other reason that justifies it. The risk management process must be an integral part of decision making and must be integrated into the structure, the technical operations, the management system procedures and the processes from the strategic and operational level either at the program or project level.

This document defines the systematic approach to risk management regarding the assessment bodies through the identification, analysis and quantification of risk probabilities and impacts, as well as secondary and consequential effects.

Keywords: Management Model, risk management, Requirements Testing and Calibration Laboratories

Introducción

La gestión de riesgos es parte integral de los sistemas de gestión de calidad en los procesos de búsqueda de la mejora continua, dado que es un elemento clave para la toma de decisiones.

Cualquier organización que busque implementar un sistema de gestión bajo los requerimientos de la norma NTC ISO/IEC 17025:2017 se debe enfrentar al reto de invertir recursos, personal, equipamiento, infraestructura,

formación, suministros y gastos. Una de las mejores herramientas para asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados es la utilización de herramientas que permitan la gestión de los riesgos.

Para realizar una correcta gestión de riesgos, se requiere definir un modelo que permita identificar todos los eventos que pueden generar desviaciones a los objetivos planteados tanto a nivel interno como a nivel externo. Esta estrategia debe permitir un proceso de tratamiento de los riesgos.

Todos los riesgos se pueden considerar como eventos o condiciones que en el caso de materializarse genera efectos positivos o negativos a los objetos del proyecto.

Establecer la propuesta de un modelo que permita adoptar la gestión del riesgo en los organismos evaluadores de la conformidad que siguen el modelo ISO/IEC 17025:2017 es la finalidad de este artículo.

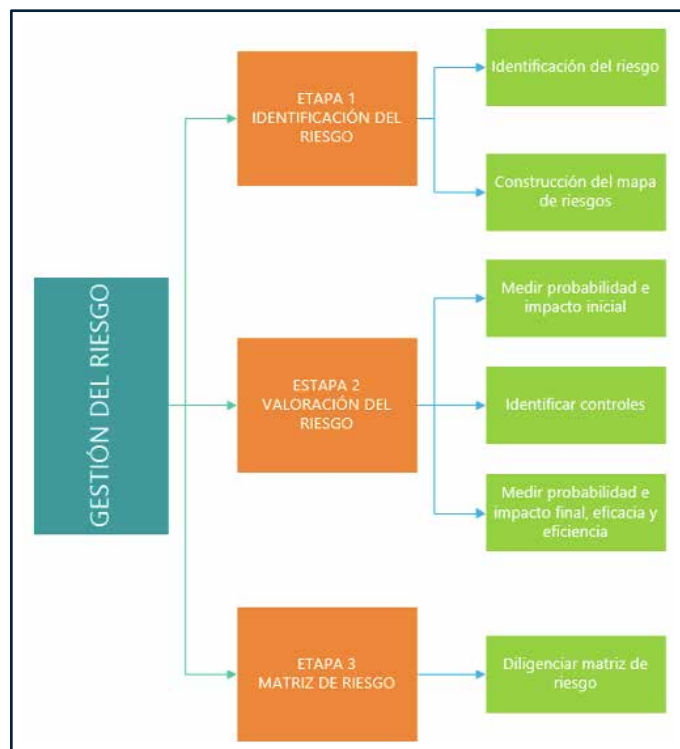
Diseño Metodológico

Actualmente todos los sistemas de gestión que se encuentren contruidos para darle cumplimiento a los requisitos de la norma NTC ISO/IEC 17025:2017 debe contar con documentación que permita evidenciar la gestión de riesgos organizacionales asociados a sus actividades, esto con el fin de prevenir o reducir los impactos indeseados y los incumplimientos potenciales en los objetivos, y asegurar que el Sistema de Gestión cumpla sus resultados previstos logrando la mejora continua (1).

Para la aplicación de un sistema de gestión de riesgos se presentan las siguientes etapas:

Figura 1.

Etapas para la gestión del riesgo



Nota:

Fuente: ISO 31000:2018

Gestión del riesgo – Directrices

Identificación del Riesgo

Para la identificación de los riesgos es importante contar con información pertinente, apropiada, actualizada y los siguientes factores:

- Las causas y eventos
- Ambiente
- Vulnerabilidades de operación sin tener presente ningún control
- Amenazas y oportunidades
- Cambios de contexto externo o interno (ejemplo con otorgamiento de reconocimiento de tercera parte o sin otorgamiento de reconocimientos)
- La naturaleza y el valor de los activos y recursos

- (ejemplo los equipos críticos en operación)
- Los cambios de personal
 - Los factores relacionados con el tiempo (2)

El equipo de calidad y equipo técnico identifican de acuerdo con lo exigido en la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017 y a las actividades diarias, los eventos a los que se ve expuesta la operación generando así posibles riesgos. Al identificar estos se puede construir una cadena de eventos o riesgos que aumentan se van agrupando en riesgos de mayor nivel hasta desembocar en un riesgo principal.

Los riesgos identificados pueden ser derivados específicamente de la naturaleza de la operación de los laboratorios, de las actividades que se están realizando o riesgos comunes y estos siempre tendrán una justificación técnica, operativa o estratégica que los argumente. Los riesgos identificados no solo se pueden presentar como eventos que afecten los activos de los laboratorios y la organización, sino también a las personas, la información o la imagen de la entidad.

Para la identificación de riesgos que sean derivados de la implementación de la norma NTC ISO/IEC 17025, se recomienda se aborden los riesgos asociados a:

- » 4.1 Imparcialidad
- » 4.1.3 Riesgos a la imparcialidad y de sus actividades
- » 4.1.4 Los riesgos que surjan de sus actividades, o de sus relaciones, o de las relaciones de su personal.
- » 6.4 Equipamiento
- » 6.4.1 Correcto desempeño de las actividades de laboratorio y que pueden influir en los resultados.
- » 6.4.3 Asegurar el funcionamiento apropiado y con el fin de prevenir contaminación o deterioro.
- » 6.5 Trazabilidad Metrológica
- » 7.1 Revisión de solicitudes, ofertas y contratos
- » 7.1.1 b) El laboratorio cuenta-tiene con la

capacidad-competencia y los recursos para cumplir los requisitos llevar a cabo las actividades.

- » 7.1.4 Las desviaciones solicitadas por el cliente no deben tener impacto sobre la integridad de laboratorio o sobre la validez de los resultados
- » 7.4 Manejo de elementos de prueba o calibración
- » 7.7 Aseguramiento de la validez de los resultados
- » 7.7.1 Seguimiento de la validez de los resultados, aplicar técnicas estadísticas, Monitoreando la validez de los resultados, tales como: CMC, trazabilidad, sesgo e incertidumbre instrumental reportados.
- » 7.8.6 Reportando evaluación de la conformidad.
- » 7.1.3 Cuando el cliente solicite una declaración de conformidad.
- » 7.8.6.1 Documentar reglas de decisión & nivel de riesgo.
- » 7.10 Trabajo no conforme.
- » 7.10.1 b) Acciones basadas en el nivel de riesgo del laboratorio.
- » 7.11 Control de datos y gestión de la información.
- » 7.11.6 Los cálculos y las transferencias de datos se deben comprobar (7.11.3 c) exactitud, d) integridad)
- » 8.5 Acciones para detectar riesgos y oportunidades (opción A) Considerar los riesgos y oportunidades asociados con las actividades, Las acciones tomadas para abordar los riesgos y las oportunidades deben ser proporcionales al impacto potencial sobre la validez de los resultados de laboratorio.
- » 8.7 Acciones correctivas (opción A).
- » 8.8.1 Cuando ocurre una no conformidad, actualizar riesgos y oportunidades determinados durante la planificación, si es necesario.
- » 8.9 Revisiones de la dirección (opción A)
- » 8.9.2 Entradas a la revisión de la dirección resultados de la identificación de riesgos (1)

Análisis de los Riesgos

El propósito del análisis del riesgo es comprender la naturaleza del riesgo y sus características incluyendo el nivel del riesgo. El análisis implica una consideración detallada de consecuencias y probabilidades iniciales sin tener presente la aplicación de controles. (2)

El análisis del riesgo se puede realizar con diferentes grados de detalle y complejidad, dependiendo de la disponibilidad y la confiabilidad de la información y los recursos disponibles. Las técnicas de análisis pueden ser cualitativas, cuantitativas o una combinación de estas, dependiendo de las circunstancias y el uso previsto de estos.

El análisis del riesgo puede estar influenciado por cualquier divergencia en opiniones, sesgos, percepciones del riesgo y juicios. Las influencias adicionales son la calidad de la información utilizada, los supuestos y las exclusiones establecida, cualquier limitación de las técnicas de análisis y como se ejecutan estas. Estas influencias se deberían considerar, documentar y comunicar a las personas que tomen las decisiones.

En la operación de los laboratorios los eventos de alta incertidumbre pueden ser difíciles de cuantificar. Esto puede ser una cuestión importante cuando se analizan eventos con consecuencias severas. En estos casos, el uso de una combinación de técnicas puede proporcionar una visión más amplia.

El análisis del riesgo proporciona una entrada para la valoración del riesgo, para las decisiones sobre la manera de tratar los riesgos y si es necesario hacerlo sobre la estrategia y los métodos más apropiados para su tratamiento. Los resultados proporciona un entendimiento profundo para tomar decisiones, cuando se está eligiendo entre distintas alternativas, las opciones implican diferentes tipos y niveles de riesgo. (2)

Valoración inicial de la probabilidad

Cada uno de los riesgos identificados cuenta con una probabilidad inicial asociada. El análisis de esta se realiza en una combinación de análisis cuantitativos y cualitativos que se puede realizar con base en la siguiente tabla. (2)

Tabla 1.

Escala de probabilidad inicial

Probabilidad		Descripción
Relativa	Númerica	
Rara vez	$< 0,05$	Muy Poco Probable Que Ocurra
Improbable	$0,05 > P \leq 0,1$	Lo Más Probable Es Que No Ocurra
Posible	$0,1 > P \leq 0,3$	Posible Que Ocurra
Probable	$0,3 > P \leq 0,7$	Probable Que Ocurra
Casi seguro	$0,7 > P \leq 0,9$	Altamente Probable Que Ocurra

Nota: Elaboración propia

Valoración del Impacto Inicial

Cada uno de los riesgos identificados cuenta con un impacto inicial asociado. El análisis de este se realiza en una combinación de análisis cuantitativos y cualitativos con base en la siguiente tabla: (2)

Tabla 2.

Escala de impacto inicial

Objetivo	Relativo/Escala Numérica				
	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
	0,05	$0,05 > P \leq 0,1$	$0,1 > P \leq 0,3$	$0,3 > P \leq 0,7$	$0,7 > P \leq 0,9$
Costo	Cambio insignificante en el presupuesto	$< 10\%$ Incremento	10% a 20% de Incremento	20.1% a 40% de Incremento	$> 40\%$ de Incremento
Tiempo	Cambio insignificante en el cronograma	$< 5\%$ Incremento	5% a 10% de Incremento	10.1% a 20% de Incremento	$> 20\%$ de Incremento
Alcance	Disminución del alcance apenas perceptible	Áreas menores afectadas	Áreas mayores afectadas	Reducción Inaceptable	El artículo final del proyecto es efectivamente inútil
Calidad	Degradación de la calidad apenas perceptible	Solo se realizan correcciones Menores	La reducción de la calidad requiere la aprobación del Cliente	Reducción de la Calidad Inaceptable	El Resultado final es efectivamente inútil o rechazado

Nota:: Elaboración propia - los porcentajes para valoración de los impactos se toman con base en el presupuesto asignado al proyecto y el tiempo de ejecución del mismo.

riesgo establece que el nivel de riesgo se evalúa por el producto entre la amenaza y la vulnerabilidad o el impacto y la probabilidad, las cuales demuestran que el nivel de riesgo cuenta con una relación dinámica y dependiente de los dos factores. (3)

Nivel de Riesgo

Ecuación 1

El modelo conceptual de prototipo de



Nivel de riesgo=Impacto x Probabilidad.

Como el impacto y la probabilidad pueden describirse tanto de manera relativa como numérica, también puede hacerlo la puntuación de nivel del riesgo y por consiguiente cuanto más altas sean las calificaciones combinadas, mayor será la puntuación y, por lo tanto, el nivel de riesgo.

Tabla 3.

Matriz de Impacto Vs Probabilidad

Matriz de Impacto vs Probabilidad					
Probabilidad	Nivel de Riesgos				
Rara vez	0,045	0,09	0,27	0,63	0,81
Probable	0,035	0,07	0,21	0,49	0,63
Posible	0,015	0,03	0,09	0,22	0,27
Improbable	0,005	0,01	0,04	0,07	0,09
Rara vez	0,0025	0,005	0,015	0,035	0,046
Impacto	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
ALTO	0.21 > Puntuación ≤ 0.81		Una organización define sus umbrales de riesgo, bajo, moderado y alto. Estos umbrales pueden diferir entre procesos, actividades y proyectos.		
MODERADO	0.045 > Puntuación ≤ 0.21				
BAJO	Puntuación ≤ 0.045				

Nota: Elaboración propia -

Teniendo en cuenta que el numeral 7.10.1 b) de la norma NTC ISO/IEC 17025 establece que para las actividades de trabajo no conforme las Acciones deben ser basadas en el nivel de riesgo del

laboratorio, se recomienda relacionar dicha tarea en el procedimiento adaptado por el sistema de gestión para el tratamiento de trabajo no conforme. (1)

Tratamiento del Riesgo

Una vez valorados los riesgos en cuanto al impacto y la probabilidad, se deben describir acciones o controles que estén bajo la gestión del equipo de trabajo, los cuales tendrán como objetivo la reducción de los riesgos controlables.

La selección de los controles más apropiados para el tratamiento de los riesgos implica hacer un balance entre los beneficios potenciales, derivado del logro de los objetivos contra los costos, esfuerzo o desventajas de la implementación.

La justificación para los controles adoptados debe ser más amplia que las simples consideraciones económicas y deberían tener en cuenta todas las obligaciones de la organización, los compromisos voluntarios y los puntos de vista de las partes interesadas.

La selección de los controles adoptados debe realizarse de acuerdo con los objetivos de cada uno de los proyectos, los criterios del riesgo y los recursos disponibles. (2)

Según el numeral 8.5.3 de la NTC ISO/IEC 17025 las acciones tomadas para abordar los riesgos y oportunidades deben ser proporcionales al impacto potencial en la validez de los resultados del laboratorio.

Las opciones para abordar riesgos pueden ser:

- Identificar y evitar amenazas.
- Tomar riesgos con el propósito de perseguir una oportunidad
- Eliminar las fuentes de riesgo.
- Cambiar la ocurrencia o consecuencias.

- Compartir el riesgo.
- Retener el riesgo mediante decisiones informadas. (1)

Los controles se pueden definir como mecanismos preventivos o correctivos que se pueden adoptar para detectar o corregir los riesgos asociados en la identificación de estos mismos. Es importante tener en cuenta que los controles definidos pueden reducir únicamente el impacto inicial o la probabilidad inicial pero no los dos juntos.

Los controles preventivos tienen como objetivo reducir la probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados, por otro lado, los controles correctivos tienen como objetivo reducir el impacto de los riesgos una vez estos hayan ocurrido.

El análisis de los controles y el tipo de elemento que reduce (impacto o probabilidad) proporciona una entrada para el tratamiento de riesgos y para la toma de decisiones sobre la capacidad que tienen los controles en reducir el impacto o la probabilidad.

El resultado de este análisis proporciona valores de impacto final o probabilidad final de ocurrencia que deben ser menores a los impacto y probabilidades estimadas inicialmente. (4)

Costos de los Controles

Para seleccionar opciones de controles adecuadas para el tratamiento de los riesgos, se deben considerar los costos de los controles, esto con el fin de establecer herramientas para el análisis para la aceptación o no de los mismos con base en la eficiencia de los controles adoptados.

Tabla 4.

Escalas para costo de controles

Relativo/Escala Numérica					
	Muy Bajo/0,05	Bajo 0,05 > C ≤ 0,1	Moderado 0,1 > C ≤ 0,3	Alto 0,3 > C ≤ 0,7	Muy Alto 0,7 > P ≤ 0,9
Costo del control respecto al presupuesto	Costo insignificante en con presupuesto	< 10% del presupuesto	10% a 20% del presupuesto	20.1% a 40% del presupuesto	> 40% del presupuesto

Nota: Elaboración propia

Eficacia y Eficiencia

Los tratamientos del riesgo, a pesar de un cuidadoso diseño e implementación, puede que no produzcan los resultados esperados y puede producir consecuencias no previstas. El seguimiento y la revisión necesitan ser parte integral de la implementación del tratamiento del riesgo para asegurar que las distintas maneras del tratamiento sean eficaces, pero también eficientes. En el proceso de implementación de los controles para el tratamiento de los riesgos no es necesario adoptar todos los controles planteados de manera inicial, dado que se debe analizar tanto el comportamiento de la eficacia y la eficiencia de los controles. Para ello se hace uso de las ecuaciones 2, 3 y 4. (4)

Ecuación 2

$$\text{Eficacia del control}_{\text{impacto}} = [(\text{Impacto inicial} - \text{Impacto final}) / (\text{Impacto inicial})] \% \quad (\text{Ecuación 2})$$

Ecuación 3

$$\text{Eficacia del control}_{\text{probabilidad}} = [(\text{Probabilidad inicial} - \text{Probabilidad final}) / (\text{Probabilidad inicial})] \%$$

Ecuación 4

$$\text{Eficiencia del control} = [(\text{Impacto en costo inicial} - \text{Costo del control}) / (\text{Impacto en costo inicial})] \%$$

Con base en los valores obtenidos cada proyecto debe precisar los controles que puede o no puede tomar, con relación a la eficiencia y la eficacia obtenida.

También debe definir los criterios para valorar los límites aceptables para valorar la importancia de los riesgos y para apoyar los procesos de toma de decisiones. Los criterios para valorar los límites deben ser establecidos con base a la tolerancia del riesgo, niveles de riesgo y riesgos residuales. (4)

Riesgo Residual

La implementación de los tratamientos del riesgo no puede asegurar que estos sean eliminados en su totalidad, por el contrario, estos solo reducen su impacto o su probabilidad según el control implementado. A los riesgos persistentes después de la implementación de los tratamientos se conocen como riesgos residuales. (5)

Ecuación 5

$$\text{Riesgo residual} = \text{Riesgo} - \text{Control}$$

Para la toma de decisiones debe ser considerado la naturaleza y el nivel del riesgo residual después del tratamiento del riesgo. El riesgo residual debe ser valorado según los límites establecidos por los procedimientos y debe ser objeto de seguimiento, revisión y cuando sea apropiado debe ser tratado con el fin de reducirlo. (5)

Apetito de Riesgo y Tolerancia

Para el análisis de la implementación de los tratamientos se deben trazar los límites de aceptación de los riesgos, para ello se debe establecer la magnitud de los riesgos que se encuentra dispuesta a aceptar para el cumplimiento de los objetivos, con base en la capacidad de la

entidad y las políticas de riesgo establecidas.

Es necesarios delimitar la tolerancia al riesgo que el laboratorio puede asumir, partiendo desde los recursos disponibles y la capacidad del personal con que cuenta para enfrentar la materialización de un riesgo y la mitigación de su posible impacto.

El apetito del riesgo se entiende como la capacidad que tiene el laboratorio para asumir los riesgos para el cumplimiento de los objetivos establecidos, también se puede considerar como el grado de exposición a los impactos que el proyecto está dispuesto a afrontar o aceptar para alcanzar sus metas.

Para los análisis de la implementación de los tratamientos es importante tener claro cuál es la capacidad total de riesgo que la entidad puede asumir si se materializan los impactos de los riesgos.

Esta capacidad se estima con la suma del riesgo que está dispuesto a asumir para el logro de los objetivos (apetito del riesgo) y del nivel aceptable de variación al riesgo que se estima para cada objetivo específico planteado.

Según esto el apetito del riesgo, tiene un mayor alcance y depende de la misión general de la entidad, mientras la tolerancia del riesgo apunta a los objetivos específicos y concretos del proyecto. (6)

Seguimiento y revisión

El propósito del seguimiento y la revisión es asegurar y mejorar la calidad y la eficacia del diseño, la implementación y los resultados del proceso de gestión de riesgos. El seguimiento continuo y la revisión periódica de la gestión de riesgos y sus resultados deben ser planificada y con **Responsabilidades claramente definidas**.

En el seguimiento y la revisión deben tener lugar todas las etapas del proceso. El seguimiento y

la revisión deben incluir planificar, recopilar, analizar información, registrar resultados y proporcionar retroalimentación.

Los resultados del seguimiento y la revisión deben incorporarse a las actividades de la gestión del desempeño, de medición y de informe.

Comité de Riesgos

El comité de riesgos tiene como finalidad evaluar los riesgos y las oportunidades identificados, así como el diseño y el seguimiento de los controles establecidos. El comité de riesgos se debe encargar de la implementación del procedimiento de gestión de riesgos y la política de riesgos aprobada. Este comité se debe reunir de manera periódica y debe estar compuesto por el personal suficiente para cubrir todas las áreas y los miembros independientes que expresen su opinión respecto a todo lo que puede impactar la ejecución del proyecto.

Algunas de las función del comité del riesgo debe ser:

- Establecer estrategias para prevenir, evitar y mitigar el riesgo.
- Evaluar y formular las metodologías, identificación, medición, control y monitoreo de los riesgos a los que se expone para mitigar su impacto.
- Evaluar y proponer cambios en el procedimiento de gestión de riesgo.
- Revisar, aprobar y recomendar los límites de exposiciones al riesgo.
- Fijar límites y facultades para la toma de riesgos.
- Revisar el comportamiento de los indicadores de gestión con una visión de la gestión de riesgos de los mismos
- Supervisar el desempeño y el cumplimiento de los controles establecidos para el tratamiento de los riesgos.
- Proponer plan de capacitación y entrenamiento en Riesgos cuando sea necesario.

Discusiones

Con base en el análisis del ejercicio de puesta en marcha de un Modelo de gestión de Riesgos desde el inicio de la implementación de la NTC ISO/IEC 17025 se puede evidenciar de manera temprana riesgos que pueden desviar los objetivos planteados de dentro de la operación de los laboratorios. De esta manera se pueden conocer los riesgos desde una manera eficiente y ordenada para un buen análisis y gestión de los mismos. Esto permitirá la toma de conciencia en el laboratorio con respecto al uso efectivo de los recursos para su tratamiento.

La adaptación del modelo de gestión del riesgo NTC/ISO 3100:2018 al modelo NTC-ISO/IEC 17025:2017 "Evaluación de la conformidad Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración" establece una forma de cumplir con las acciones para abordar riesgos y oportunidades requisito exigible dentro de esta última normativa, la propuesta establecida por este artículo desde las etapas para la gestión permite tener en cuenta a modo general como se puede abordar la gestión del riesgo dentro de los laboratorios que siguen el modelo NTC-ISO/IEC 17025:2017, en cuanto a la identificación del riesgo es importante tener en cuenta que su ampliación permite de manera particular al equipo de trabajo de los laboratorios y la dirección involucrarse en el proceso de armonización de los marcos regulatorios para la implementación de gestión de los riesgos como una buena práctica e identificar el nivel de madurez de los sistemas de gestión implementados en cada uno ellos.

En este contexto el modelo de gestión de riesgos emerge como un proceso o programa que contribuye a la necesidad de mejora continua en cuanto a la toma de decisiones, la comunicación eficaz de dichos riesgos y la aplicación más efectiva de controles para la mitigación de los riesgos más relevantes de una forma holística en el laboratorio.

Conclusiones

Se establece un modelo de gestión de riesgo relacionado con las normas NTC-ISO 3100:2018 y NTC-ISO/IEC 17025:2017. "Evaluación de la conformidad Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración" conservando el proceso propuesto en la figura 1 "Etapas para la gestión del riesgo". El modelo propuesto resulta ser una herramienta útil para la evaluación sistemática de la gestión de riesgos en el los laboratorios, agregando la toma de decisiones las cuales consideran las incertidumbres y las posibilidades de eventos y circunstancias futuras, así como los efectos sobre los objetivos propuestos.

Mediante la implementación de un Modelo de Gestión de Riesgos en una organización se pueden reflejar beneficios en cuanto a la reducción de costos, aseguramiento de calidad y tiempo de ejecución de las actividades con base en lo planificado.

En términos generales, la inclusión de un modelo de gestión de riesgos en la estructura de un sistema de gestión de calidad, se puede traducir en beneficios presentes y futuros para toda empresa, permitiendo responder proactivamente al riesgo evitando improvisaciones ante la ocurrencia o activación de eventos adversos a los intereses de la organización.

Recomendaciones

Teniendo presente que en el proceso de implementación de un Modelo de gestión de Riesgos de manera inicial presentara desconocimiento por parte del personal involucrado, se recomienda realizar programas de capacitación, acompañamiento y reentrenamiento a los usuarios para que se permita la optimización del modelo, la asimilación la adaptación y una correcta gestión del cambio sobre para la realización de labores con base en riesgos.

Considerarse la inclusión de una Cultura Organizacional relacionada al riesgo, puede permitir la incentivación de la cultura de respuesta temprana los eventos que puedan afectar los objetivos del proyecto.

En el proceso de implementación del modelo de gestión de riesgos es muy importante contar con la participación de la mayoría de los miembros de la organización y que se permita cubrir todas las áreas y los niveles, de esta manera se lograra identificar de manera amplia la mayor cantidad de riesgos.

La presente propuesta muestra un conjunto de instrumentos que permitirían a un laboratorio facilitar la implementación de procesos de gestión de riesgos, el cual corresponde a referentes de los marcos legales registrados en el país, así como la experiencia practica de algunos laboratorios en la implementación de los riesgos.

Sin embargo, su aplicación eficaz depende en gran medida del compromiso y empeño de todo el personal del laboratorio, de la dirección y de cualquier área que se encuentre relacionada con las actividades de laboratorio, dado que de no contarse con esto no se logrará la gestión adecuada de los riesgos de manera sistemática

Referencias Bibliográficas

- (1) ICONTEC (2017), NTC 17025. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Bogotá, Colombia. ICONECTC.
- (2) ICONTEC (2018), NTC 31000. Proceso de Gestion de riesgos - Principios y Directrices. Bogotá, Colombia. ICONECTC.
- 3arias J, Ruíz J. (2019) Definicion De Un Modelo De Evaluación De Riesgos En Seguridad De La Información Bajo Los Lineamientos De

La Norma Iso 27001, Utilizando Técnicas De
Redes Neuronales, Universidad Tecnológica De
Pereira Facultad De Ingenierías. Colombia

(4) Henao Y (2017) Importancia Del Control Interno
Como Herramienta En La Deteccion Y
Prevencion De Riesgos Empresariales,
Universidad Del Valle Facultad Ciencias
De La Administracion Programa Academico
Contaduria Pública, Zarzal, Colombia

(5) Icontec (2013), Ntc 27001. Tecnología De La
Información. Técnicas De Seguridad.
Sistemas De Gestión De La Seguridad De
La Información (Sgsi). Requisitos. Bogotá,
Colombia. Iconect.

(6) Parra, B. (2022) Marco de apetito del riesgo II
un acercamiento al sector real. Revista
CONTEXTO. ISSN 2346-0784

Gómez A. (2014) Marco conceptual y legal sobre
la gestión de riesgo en Colombia: aportes para
su implementación. Revista Monitor Estratégico.
Colombia. ISSN 2256-1307.

Guerrero M, Leon A, Rivera D. (2020)
Procedimiento de gestión de riesgos como
apoyo a la toma de decisiones. Revista Scielo,
La Habana, Cuba. ISSN 1815-5936

Guerrero M, Gomez Florez L. Gestión de riesgos y
controles en sistemas de información: del
aprendizaje a la transformación organizacional.
Revista Scielo, Bucaramanga, Colombia. 2012.
ISSN 0123-5923

Guerrero M, Gomez Florez L. Gestión de riesgos y
controles en sistemas de información: del
aprendizaje a la transformación organizacional.
Revista Scielo, Bucaramanga, Colombia. 2012.
ISSN 0123-5923.

Lizarzaburu E, Barriga G, Nierga L, Lopez L Mejia
P. (2017). Gestión de Riesgos Empresariales:
Marco de Revisión ISO 31000. Revista
Espacios. Venezuela. ISSN 0798 1015

Martínez R (2017) Gestión de riesgos: reflexiones
desde un enfoque de gestión empresarial
emergente. . Revista Venezolana de Gerencia.
Venezuela, ISSN 1315-9984.

Toro J, Palomo R (2014). Análisis del riesgo
financiero en las PYMES - Estudio de caso
aplicado a la ciudad de Manizares. Revista
Lasallista de Investigación. ISSN 1794-4449.

Velásquez P, Velásquez S, Velásquez M, (2017).
Implementación de la gestión de riesgo en
los procesos misionales de la Sección de
Dermatología de la Universidad de Antioquia,
Revista Gerenc Polit Salud. Colombia. ISSN
1657-7027.

communicate with your XBee devices without having to add them to the list of radio



CTS CD DSR

DTR RTS BRK

Tx Bytes: 0

Rx Bytes: 247

Parameter

Firmware version: 405F



```
73 b3 b2 b1 20 b4 b5 20 72 b1 b4 b9 bf 00 0a
68 6f 6c 61 2c 20 65 73 74 6f 20 65 73 20 75 6e 61 20 70 72
75 65 62 61 20 64 65 20 72 61 64 69 6f 00
0a
68 6f 6c 61 2c 20 65 73 74 6f 20 65 73 20 75 6e 61 20 70 72
75 65 62 61 20 64 65 20 72 61 64 69 6f 00 0a
68 6f
```

Send a single packet

**DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO
PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS DE UN CULTIVO
VERTICAL DE PLEUROTUS OSTREATUS EN EL CENTRO
DE DESARROLLO AGROEMPRESARIAL CHÍA.**

Transmit interval (ms): 500

**DESIGN OF THE ELECTRONIC CONTROL SYSTEM FOR
THE DATA ACQUISITION FROM A VERTICAL CROP OF
PLEUROTUS OSTREATUS AT THE CDA CHIA**

Close

Do not ask me again

- Nelson Humberto Zambrano Cortés, SENA, Chía, Colombia, nzambranoc@sena.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-0183-7369>.
- Claudia Lorena Garzón, Universidad de La Sabana, Dirección, Chía, Colombia, claudia.garzon@unisabana.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-4012-3550>.
- Oskar Fernando Velasco, SENA, Chía, Colombia, ofvelasco@sena.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-3827-7833>.
- Stephania Aragon, SENA, Grupo Sennova, saragonr@sena.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-3743-5417>.

Resumen

El siguiente artículo refleja los procesos y resultados del trabajo realizado para el control automático de un cultivo vertical de *Pleurotus Ostreatus*, más conocido como Orellana el cual es un hongo comestible. El documento presenta el estado del arte de la investigación y el proceso de diseño del sistema de adquisición de datos de temperatura y humedad del cultivo desarrollado.

Palabras claves: Invernadero, Control, Cultivo, Adquisición de datos.

Abstract

The following article reflects the processes and results of the work done for the automatic control of a vertical crop of *Pleurotus Ostreatus*, better known as Orellana, which is an edible mushroom. This paper presents the state of the art of the research and the design process of the temperature and humidity data acquisition system of the developed crop.

Keywords: Greenhouse, Control, Cultivation, Data Acquisition

Antecedentes y Objetivos

El interés por el consumo de hongos comestibles ha incrementado en los últimos años por su vinculación a los alimentos funcionales, debido a que son una fuente de fibra vegetal, minerales, vitaminas y quitina, entre otros. Dentro de los hongos comestibles se encuentra el *Pleurotus ostreatus*, cuya pared celular está compuesta principalmente de quitina, un homopolímero de N - acetilglucosamina el cual ha sido utilizado como materia prima para la fabricación de materiales biomédicos como membranas, esponjas, geles, implantes, nanopartículas y nanofibras, debido a esto se propuso el cultivo de *P. ostreatus* como una alternativa para la obtención de este biopolímero para el desarrollo de materiales biomédicos, direccionando el desarrollo tecnológico y técnicas de control electrónico para la optimización de su producción y siendo esta una oportunidad para innovar sobre dicho proceso.

Para estimular el crecimiento de *Pleurotus ostreatus*, se diseña un sistema automático que permite el control de las variables de temperatura y humedad y la producción de quitina durante 40 días de cultivo. Nishihara, Watanabe y Asada (2007), describieron la influencia de la temperatura y de la humedad en la expresión génica de la sintasa quitina clase IV durante la formación de cuerpos fructíferos, los cuales le dan la forma al hongo. Sus resultados mostraron que la modulación de la temperatura (25°C - 15°C) durante el cultivo incrementó en 1.8 veces la transcripción de la sintasa quitina y así mismo la producción de la misma. De igual forma, los autores proponen estudios sinérgicos entre la variación de la temperatura y la humedad con una proyección de incrementar la concentración de quitina en 1.9 veces.

El control electrónico del cultivo vertical se desarrolla con el grupo de investigación del SENA CDA - GITAE y su semillero SIPCER en conjunto el grupo de investigación CAPSAB de la Universidad de La Sabana y su semillero INFOSEED. Este trabajo busca el fortalecimiento de las competencias en investigación y desarrollo tecnológico, uniendo esfuerzos y recursos de infraestructura, tecnología y personal.

Materiales y métodos

P. ostreatus se obtiene del cepario de la empresa Nutrisetas que se encuentra en el municipio de Sopo - Cundinamarca, de este lugar se obtienen los sustratos con la cepa en variantes de 1 Kg y 2 Kg. Las variables de temperatura (15 - 25°C) y humedad relativa (85 - 95 %) se controlan por medio del sistema de control automatizado. Las muestras para la determinación de humedad, eficiencia biológica y determinación de quitina se tomarán los días 10, 20, 30 y 40.

Prototipo de cultivo vertical

El cultivo tiene una estructura de huerta vertical con dimensiones de 2 m de alto por 0.8 m de ancho. Está dividida en 3 hileras separados por 1.5 m, en cada hilera se coloca una canastilla que tiene la capacidad de soportar 5 unidades experimentales. Internamente, las canastillas se forran con un geotextil para evitar la pérdida de humedad. La estructura cuenta con un sistema de riego por nebulización y recirculación por precipitación para evitar la pérdida de agua. Los sensores de temperatura y humedad están ubicados en cada unidad experimental para realizar el monitoreo del cultivo.

Teniendo presente la cantidad de muestras que se requieren para que la información recopilada sea válida y representativa se realiza un diagrama inicial de un invernadero rectangular donde se puedan tener dos espacios

separados para desarrollar los procesos de siembra o inoculación y fructificación. Se parte de la base estructural de un tráiler que se encuentra en la subselección del Sena en el municipio de Cajicá como se muestra en la figura 1.

Figura 1.

Autores. Modelo 3D del tráiler. Adecuación de tráiler.



Nota. Creación Propia

Se tiene un espacio dentro del tráiler de aproximadamente 33 m³ con unas dimensiones de 5.9m x 2.35m x 2.39m (largo x ancho x alto). Para las necesidades del proyecto se retiran paneles laterales para el ingreso de luz solar y se procede a hacer el refuerzo a la estructura para la separación de los espacios, se destinan dos compartimentos dentro del tráiler con el fin de realizar los dos procesos de la cosecha del *P. Ostreatus*.

El primer espacio diseñado es el cuarto de inoculación, luego del proceso de siembra de los sustratos se procede con la ubicación de las muestras en la estantería destinada para dicho fin, allí se almacenarán 3 muestras por compartimento,

en los tres compartimentos, así mismo para el segundo estante. Este cuarto cuenta con un sistema de nebulización que permite la manipulación de la humedad del ambiente, adicionalmente se cuenta con un sistema de calefacción que permite el control de la temperatura, el compartimento presenta un sistema cerrado de ventilación que no permite la afectación de las condiciones ambientales externas y se encuentra cubierto con poli sombra negra con el fin de generar oscuridad, necesaria para el proceso de inoculación de la semilla.

Figura 2.

Adecuaciones del tráiler de cultivo.



Nota. Creación Propia

Debido al aislamiento preventivo generado por la emergencia sanitaria de marzo del 2020 se optó por la adaptación de un cuarto de crecimiento a una escala inferior en un espacio remoto al estipulado en el proyecto, éste se desarrolló con los estantes plásticos propios del proyecto, el cual ofrece un espacio de 0.76 m³ teniendo unas dimensiones de 1.83m x 0.91m x 0.46m (alto x ancho x largo), se adaptó este compartimento para hacer pruebas del funcionamiento de los sensores y la respuesta del sistema de control como se puede observar en la Figura 3.

Figura 3.

Invernadero plástico. Sensores instalados en el cultivo

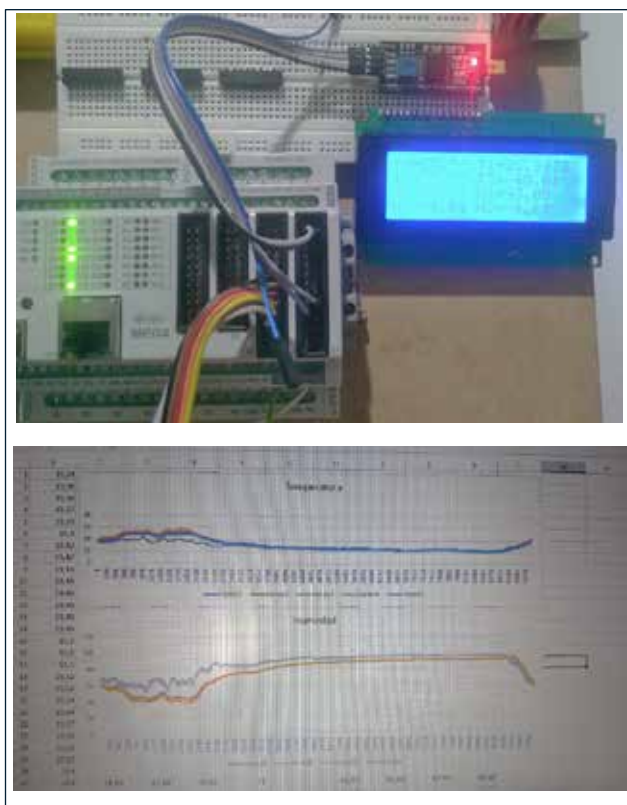


Nota. Creación Propia

Para el control del cultivo automatizado se utilizan sensores de tipo industrial STH10 y se realizan pruebas de la lectura de los mismos como se ve en la figura 3, se cuenta con un sistema de control basado en el PLC Controllino con una pantalla LCD 20x4 para poder visualizar el estado de los sensores y determinar si el sistema está siendo controlado según los requerimientos de las setas como se ve en la figura 4, un segundo compartimento se equipa con 6 sensores de temperatura humedad EI1050 acoplados a la tarjeta de adquisición de datos Labjack T7 Pro la cual se encarga de obtener la información de los sensores y conectarla con una base de datos que permite el registro en una aplicación desarrollada por el equipo de investigación de la Universidad de La Sabana y que actualmente se encuentra en depuración.

Figura 4.

Sistema de control por PLC. Datos descargados del PLC.



Nota. Creación Propia

Se genera una interfaz alterna que permite visualizar el estado del cultivo mientras se van haciendo ajustes a la aplicación en desarrollo, como se ve en la Figura 5, se trabajó con el complemento DataStreamer para Excel, que representa por medio de gráficas dinámicas y un dashboard la lectura de los sensores, la interfaz se logra realizar gracias a la versatilidad de programación del PLC Controllino que permite la transmisión de comunicación serial a través de la comunicación con el pc vía USB.

Figura 5.

Recopilación de información de los sensores



con la ejecución del proyecto del cultivo vertical automatizado y el cual permitió determinar la operación del sistema de control, éste se mantuvo estable con 3 lotes iniciales de siembra, se implementaron también humidificadores como opción de los micro aspersores y se logró modificar la humedad según el requerimiento de permitiendo una variación medida por cada uno de los sistemas de control entre el 35 al 98%, como se puede observar en la Figura 6.

Figura 6.

Lotes de siembra

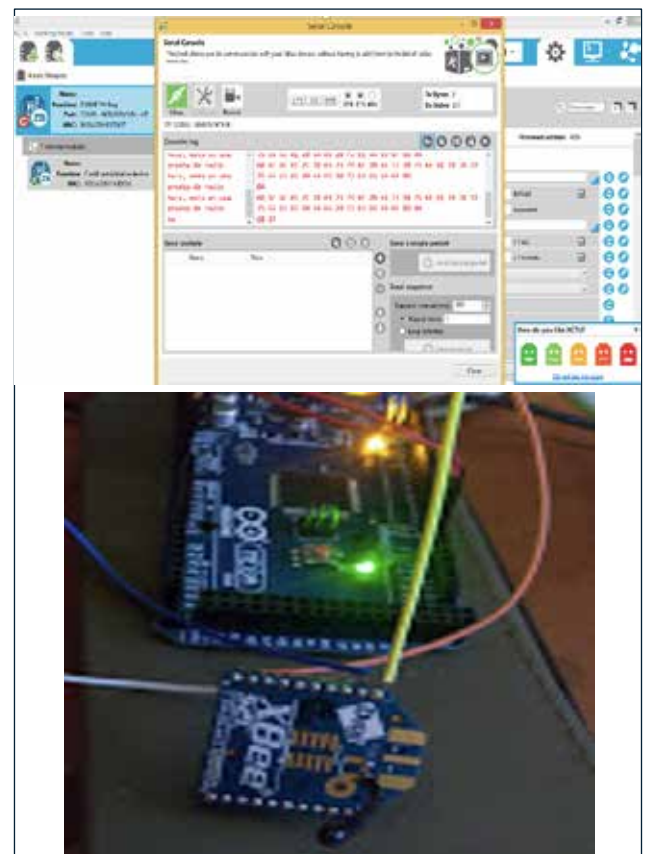


Nota. Creación Propia

Durante el proceso de adaptación del prototipo a escala se presentaron situaciones que precisaron replantear el diseño del sistema de control del invernadero, también debido al cambio de modelo de pruebas, una de las más significativas fue la transmisión de la información hacia un computador, ya que requiere estar cerca al prototipo a escala del invernadero, para ello se implementa un dispositivo de transmisión inalámbrica que se adapta a las distancias de transmisión del sistema, para ello se recurrió al módulo Xbee que permiten un rango de distancia máximo de 1500 m con una potencia de 60mW (+18dBm) y un frecuencia de operación de 2.4 GHz.

Figura 7.

Sistema de transmisión inalámbrica



Nota. Creación Propia

Al momento de redactar el presente documento, el proyecto se encuentra en la etapa de adquisición de datos relacionados con humedad, temperatura, tiempo de crecimiento del cultivo de *P. Ostreatus*, las muestras de los cuerpos fructíferos se vienen clasificando y almacenando en los laboratorios del CDA con el fin de enviarlas a análisis para comenzar con la determinación de la producción de quitina, se cuenta con la normalización de las actividades que al momento se encuentran restringidas por la emergencia sanitaria.

El desarrollo del proyecto complementa la formación de los aprendices de los programas técnico en producción agropecuaria, técnico en agroindustria alimentaria, técnico en sistemas y tecnólogo en sistemas de gestión ambiental, debido a que la investigación aplicada da a los aprendices conocimientos nuevos y la capacidad de desarrollar soluciones concretas de manera estructurada y metódica a retos, lo cual los hace estar mejor preparados para el mundo laboral del sector agropecuario, educación, e industrial.

Conclusiones

Con el aporte del semillero de investigación tanto del Centro de Desarrollo Agroempresarial Chía como del Infoseed de la Universidad de La Sabana se avanza con el control electrónico del cultivo vertical obteniendo la información de las variables ambientales como humedad y temperatura necesarias para el proceso de fructificación del *P. Ostreatus*.

Se realizan cultivos de prueba para generar información relevante para el diseño del control de condiciones ambientales.

Debido a la pandemia se realizan pruebas tipo prototipo en un cultivo temporal con el cual se logra avanzar con los objetivos del proyecto.

Se cuenta con los sistemas de control y procesos de adquisición de datos para implementar en la ubicación definitiva del invernadero.

Referencias Bibliograficas

- AOAC. (2006). Official methods of analysis (18th ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- Bánfi, R., Pohner, Z., Kovács, J., Luzics, S., Nagy, A., Dudás, M., Vajna, B. (2015). Characterisation of the large-scale production process of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) with the analysis of succession and spatial heterogeneity of lignocellulolytic enzyme activities. *Fungal Biology*, 119(12), 1354-1363. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2015.10.003>.
- Chanakya, H. N., Malayil, S., & Vijayalakshmi, C. (2015). Cultivation of *Pleurotus* spp. on a combination of anaerobically digested plant material and various agro-residues. *Energy for Sustainable Development*, 27, 84-92. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2015.04.007>
- Corrêa, R. C. G., Brugnari, T., Bracht, A., Peralta, R. M., & Ferreira, I. C. F. R. (2016). Biotechnological, nutritional and therapeutic uses of *Pleurotus* spp. (Oyster mushroom) related with its chemical composition: A review on the past decade findings. *Trends in Food Science and Technology*, 50, 103-117. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.01.012>
- Duan, B., Huang, Y., Lu, A., & Zhang, L. (2018). Recent advances in chitin based materials constructed via physical methods. *Progress in Polymer Science*, 82, 1-33. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2018.04.001>

Espadín, A., De Dios, L. T., Ruvalcaba, E., Valadez-García, J., Velasquillo, C., Bustos-Jaimes, I., Shirai, K. (2018). Production and characterization of a nanocomposite of highly crystalline nanowhiskers from biologically extracted chitin in enzymatic poly(-caprolactone). *Carbohydrate Polymers*, 181, 684-692. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.11.094>.

Facchini, J. M., Alves, E. P., Aguilera, C., Gern, R. M. M., Silveira, M. L. L., Wisbeck, E., & Furlan, S. A. (2014). Antitumor activity of *Pleurotus ostreatus* polysaccharide fractions on Ehrlich tumor and Sarcoma 180. *International Journal of Biological Macromolecules*, 68, 72-77. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.04.033>.

Hammerling Navas Navarro, F., & Mila Peña Torres, L. (2012). Los diseños verticales y la agricultura unidos para la producción de alimentos en los Módulos para Huertas Urbanas Verticales. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 3(2), 73-84. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=90223655&lang=es&site=eds-live&scope=site>.

Nishihara, M., Watanabe, A., & Asada, Y. (2007). Isolation, characterization, and expression analysis of a class IV chitin synthase gene from the edible basidiomycetous mushroom *Pleurotus ostreatus*. *Mycoscience*, 48(3), 176-181. <https://doi.org/10.1007/s10267-006-0342-4>
Papasparydi, L. M., Katapodis, P., Gonou-Zagou, Z., Kapsanaki-Gotsi, E., & Christakopoulos, P. (2010).

Optimization of biomass production with enhanced glucan and dietary fibres content by *Pleurotus ostreatus* ATHUM 4438 under submerged culture. *Biochemical Engineering*

Journal, 50(3), 131-138. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2010.04.008>.

Rodriguez Cabra, J. L., Cano Reinoso, D. M., & Gutierrez Orduz, E. G. (2014). Diseño de un Sistema para el Control de la Humedad Relativa y la Temperatura, de Acuerdo a los Índices de Confort en Incubación y Fructificación en una Unidad Productiva de Orellanas (*Pleurotus Ostreatus* Jacq. Kumm), (17), 15.

Smith, R. L., & Gilkerson, E. (1979). Quantitation of glycosaminoglycan hexosamine using 3-methyl-2-benzothiazolone hydrazone hydrochloride. *Analytical Biochemistry*, 98(2), 478-480. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(79\)90170-2](https://doi.org/10.1016/0003-2697(79)90170-2).

Solairaj, D., Rameshthangam, P., & Arunachalam, G. (2017). Anticancer activity of silver and copper embedded chitin nanocomposites against human breast cancer (MCF-7) cells. *International Journal of Biological Macromolecules*, 105, 608-619. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.07.078>.

Vodovnik, M., Vrabec, K., Hellwig, P., Benndorf, D., Se un, M., Gregori, A., Reichl, U. (2018). Valorisation of deinking sludge as a substrate for lignocellulolytic enzymes production by *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Cleaner Production*, 197, 253-263. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.163>

Zhang, Y., Dai, L., Kong, X., & Chen, L. (2012). Characterization and in vitro antioxidant activities of polysaccharides from *Pleurotus ostreatus*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 51(3), 259-265. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2012.05.003>.

Zhong, L., Ma, N., Wu, Y., Zhao, L., Ma, G., Pei,

F., & Hu, Q. (2019). Characterization and functional evaluation of oat protein isolate-Pleurotus ostreatus -glucan conjugates formed via Maillard reaction. Food Hydrocolloids, 87(July 2018), 459-469. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.08.034>

PÁGINA LEGAL

COMITÉ CIENTÍFICO

Doctor en Física. Ing. Andrés Arias Durán, andres.arias.duran@correounivalle.edu.co
 MSc.Lic . Aurora Sofia Redondo Ramírez, aredondo@sena.edu.co
 MSc.Ing. Blanca Inés Martínez López, blancainesm8@gmail.com
 MSc.Ing . Juan Carlos García Buitrago, jcgarciab@misena.edu.co
 MSc.Ing. Lesli Biviana Acosta Agudelo, bivianaacosta42@gmail.com
 Doctora en Física. Ing., Lina María Franco, Ariaslmfrancoa@sena.edu.co
 MSc.Ing. Martha Elizabeth Cortés Rico, mcortesrico@misena.edu.co

COMITÉ EVALUADOR

Mg. Leonor Rosa Rojas Marmolejo, SENA, Centro de Comercio y Servicios,
 Regional Risaralda, lrojasm@sena.edu.co.

Msc. Gustavo Adolfo Montes Bedoya, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica
 Industrial - CDITL. , gmontesb@sena.edu.co.

PhD. Ing. Manuel Pinzón Candelario, SENA, Centro de Comercio y Servicios, Regional
 Risaralda, mapinzon@sena.edu.co

Esp. Diego Alejandro Ramírez Cardona, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica
 Industrial - CDITL., daramireza@sena.edu.co

Ing. Mario Alejandro Evía Escalante, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica
 Industrial - CDITL., meviae@sena.edu.co

Msc. Ing. Cristhian Camilo Amariles Lopez, Universidad Libre de Colombia,
 Sede Pereira, Cristhian.Amariles@unilibre.edu.co

Mg. Ing. Raul Rodríguez, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITL.,
 rarodriguezo@sena.edu.co

Msc. Ing. Andrés Tafur Piedrahita, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica
 Industrial - CDITL., atafurp@sena.edu.co

Ing. Walther Hernan Londoño Ramírez, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica
 Industrial - CDITL., wlondono@sena.edu.co

Arq. Daniel Fernando cadena Arango, Universidad Católica de Pereira, daniel.cadena@ucp.edu.co

Mg. Ing. Jerry Giovanni Colorado Cano, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica
 Industrial - CDITL., jgcoloradoc@sena.edu.co

Ing. Keyvelín Lorena Polo Sanjuanelo, SENA, Dirección General, klpolo@sena.edu.co.

Ing. Natali Johanna Alfaro Parada, SENA, Dirección General, nalfarop@sena.edu.co.

PÁGINA LEGAL

AUTORIDADES ACADÉMICAS

PhD. Jorge Eduardo Londoño Ulloa, Director General Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

Mg. Oscar Alberto Sánchez López, Director Regional(e) Regional Risaralda, Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

Mg. Sandra Yulieth Garcia Gonzalez, Subdirectora SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI

TRADUCCIÓN AL INGLÉS

Lic. José Ubaned Quintero Idárraga, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI, juquintero@sena.edu.co

EDITORIAL

MSc.Ing. Juan Carlos García Buitrago, Dinamizador Sennova SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI, jcgarciab@misena.edu.co

GESTORA EDITORIAL

MSc.Ing. Martha Elizabeth Cortés Rico, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI, mcortesrico@misena.edu.co

DISEÑO EDITORIAL

Mg. Lic. Liliana Patricia Osorio Alvarez, INSTRUCTORA SENNOVA, SENA,, Regional Risaralda, lposorio@sena.edu.co.

APOYO EDITORIAL

Jennifer Tatiana Tamayo Pulido, Aprendiz de Tecnología en Producción Multimedia, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI. , Regional Risaralda, jttamayo4@misena.edu.co

REVISTA

TE INNOVA

