



APLICACIÓN DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD EN BLOQUES BIO- CLIMATICOS DE ARCILLA MEDIANTE GRÁFICOS DE CONTROL POR VARIABLES

Cecilia María Atencia Berbesi¹

Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2954-184X>

Claudia Maritza Reyes Contreras²

Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2267-9523>

Adriana Bautista Villamizar³

Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3403-325X>

Fecha de Recepción: 28 Abril de 2022
Fecha de Aprobación: 2 Agosto de 2022

Resumen:

La presente investigación se desarrolló mediante la aplicación de herramientas estadísticas, principalmente se inicia haciendo un análisis de las variables como el peso y las dimensiones del producto para determinar la estabilidad y el tipo de estandarización que se maneja en este tipo de empresas manufactureras. Para la ejecución de este análisis de control principalmente se desarrolla un trabajo de campo que permita obtener las muestras suficientes de las dos variables y establecer si el proceso se encuentra bajo las especificaciones permisibles para garantizar la calidad de los productos como lo es los bloques de arcilla, finalmente de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis se propone estrategias que permitan optimizar sus procesos a empresas manufactureras pertenecientes al sector de la producción de bloques de arcilla.

Palabras Claves: Gráficas de control, control estadístico, media, intervalo.

¹ Maestría en Ingeniería industrial, Universidad Nacional experimental del Táchira – San Cristóbal Venezuela, Instituto Superior de Educación Rural (ISER)- Colombia.

² Claudia Maritza Reyes Contreras, Maestría en Administración, Universidad Santo Tomas - Bucaramanga -Santander, Instituto Superior de Educación Rural (ISER), - Colombia. Contacto: creyesdoc@iser.edu.co

³ Maestría en Ingeniería industrial, Universidad de Pamplona Instituto Superior de Educación Rural (ISER), - Colombia. Contacto: adrianabautista.docente@iser.edu.co

APPLICATION OF STATISTICAL QUALITY CONTROL IN BIO-CLIMATIC CLAY BLOCKS THROUGH VARIABLE CONTROL GRAPHICS

Abstract:

The present investigation was developed through the application of statistical tools, it mainly begins with an analysis of variables such as the weight and dimensions of the product to determine the stability and the type of standardization that is handled in this type of manufacturing company. For the execution of this control analysis, a field work is mainly carried out that allows obtaining sufficient samples of the two variables and establishing if the process is under the permissible specifications to guarantee the quality of the products, such as the clay blocks. Finally, according to the results obtained in the analysis, strategies are proposed that allow manufacturing companies belonging to the clay block production sector to optimize their processes.

Keywords: Control charts, statistical control, mean, interval.

APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE QUALIDADE EM BLOCOS BIOCLIMÁTICOS DE ARGILA ATRAVÉS DE GRÁFICOS DE CONTROLE VARIÁVEL

Resumo:

A presente investigação foi desenvolvida através da aplicação de ferramentas estatísticas, inicia-se principalmente com uma análise de variáveis como o peso e dimensões do produto para determinar a estabilidade e o tipo de padronização que se processa neste tipo de empresa fabril. Para a execução desta análise de controle, é realizado principalmente um trabalho de campo que permite obter amostras suficientes das duas variáveis e estabelecer se o processo está dentro das especificações permitidas para garantir a qualidade dos produtos, como os blocos de argila. de acordo com os resultados obtidos na análise, são propostas estratégias que permitem às empresas fabricantes pertencentes ao setor de produção de blocos de argila otimizar seus processos.

Palavras-Chave: Gráficos de controle, controle estatístico, média, intervalo.

1. INTRODUCCIÓN:

En la actualidad, se considera de gran importancia en las empresas tener presente dentro de su proceso de producción y el sistema de gestión de calidad la alternativa de implementar diversas herramientas de control tanto de la producción como de la calidad del proceso (Florence, 2014) que le permiten mejorar sus productos, para evitar la presencia de fallas y errores, mejorar la presentación y el cumplimiento de las especificaciones del producto exigido por los clientes, y más aún cuando se habla de productos que a nivel nacional o internacional se establecen medidas estándar en la estructura del producto como es el caso de los materiales de la construcción; que implican manejar un control riguroso de calidad en ellos para garantizar la confiabilidad en el gremio de la construcción (Pinzón, 2017).

A nivel general se puede decir que grandes y medianas empresas para asegurar la calidad de sus productos o servicios invierten ciertas cantidades de tiempo y recursos para mantener una buena imagen y reputación de su marca o de sus productos (Rivas, 2017) logrando no solo satisfacer las necesidades de los clientes, sino que también superar las expectativas originales del cliente (Acosta, 2018).

De esta forma, el control de calidad es un componente importante de la estrategia de la empresa y para el líder de los trabajos, significa que es posible un verdadero control en la producción y la calidad para brindar servicios de alta calidad y realizar procesos de la mejor manera posible. Se puede resaltar que el control de calidad engloba diferentes factores como la forma en sí y sus objetivos (Serrano, 2018), por lo que dentro del control de calidad se debe incluir las características de la forma y los objetivos; de esta forma el control de calidad se centre en estos objetivos o productos que presenten mayores fallas o falencias durante su producción.

En primer lugar, se considera importante tener presente el servicio brindado por parte de la empresa; siendo fundamental la identificación de las principales necesidades que tienen los clientes, permitiendo estar debidamente preparados para prestar servicios bajo el sistema de control de calidad que permita tener las mejores prácticas durante el trabajo realizado, también para la entrega de los servicios no se trata solo de trabajar bien y preparar bien el servicio es importante

que el cliente lo reciba con las requerimientos exigidos por ellos.

En segundo lugar, los productos de alta calidad deben relacionarse con los procesos y políticas que se incluyen en un sistema de control de calidad, con el fin de permitir un sistema de control de alta calidad. La empresa debe definir sus políticas para control de calidad en donde evidencien su aplicación y el uso de estas, esto se hace a través de la definición de los procedimientos siendo parte básica del sistema de control de calidad.

De manera que, un análisis de control estadístico de calidad es importante para tener en cuenta, principalmente en los aspectos que influyen en la variabilidad de productos, permitiendo garantizar la veracidad y la precisión comprobando la validez de los resultados proporcionados por el método analítico que se utilice. Por lo tanto, logramos saber si se está empleando el método adecuado. Pero la comparación entre los mismos productos, como por ejemplo pueden ser los materiales de la construcción, no se efectúa de una forma frecuente, y pueden pasar largos periodos de tiempo entre la comparación de dos lotes de productos y hacer sus respectivos análisis y comparaciones. Por lo tanto, los laboratorios de análisis necesitan algún tipo de herramienta para asegurar sistemáticamente la trazabilidad de los resultados que proporcionan.

Por lo anterior se considera importante aplicar un control estadístico en la elaboración de ladrillos Bioclimáticos, ya que son una serie de productos de mayor consumo en la región, en la que se requiere una estandarización en sus especificaciones por las exigencias de los clientes, estos productos son fabricados mediante moldeados con máquinas extrusoras, cocidos en hornos continuos Cantor (2017), su comportamiento mecánico y su estructura son elementos frágiles de fácil rotura, su geometría es destacable en el uso de elaboración de paredes internas y externas que conforman una estructura de grandes exigencias, al aplicar un control estadístico mediante control por variables permite tener un mayor control al producto final, garantizando las especificaciones y la calidad del mismo.

2. MARCO TEÓRICO

La aplicación de control de calidad se aplica en varias disciplinas con el objetivo de garantizar la calidad en diferentes procesos, podemos mencionar una investigación realizada en el sector de los servicios donde se realizó la búsqueda documental, previa definición del periodo histórico para la correspondiente búsqueda, en diferentes bases de datos: Redalyc, Scielo, Ebsco, Ebrary, Proquest, y Virtualpro. Con esta información se clasificaron los documentos que aplican al tema tratado. Resultados: Se identifican los conceptos relacionados con el control estadístico de procesos, y su aplicación en empresas de diferentes sectores de servicios (educación, financiero, entre otros), concluyendo que el control estadístico de procesos es una herramienta aplicable en cualquier tipo de sector económico, incluyendo empresas de servicios, permitiendo mejorar el desempeño de los procesos que la conforman y, seguramente, aumentar la satisfacción del cliente (James, 2020).

Por otra parte, se puede mencionar una investigación en donde se aplicó métodos gráficos en la investigación biomédica de causalidad mediante una revisión bibliográfica utilizando servicios especializados disponibles en internet: Pubmed/Medline, SciELO, SCOPUS, Springer, Web of Science, EBSCOhost, Google; entre enero y marzo de 2019. Se emplearon como descriptores, en idiomas inglés, francés, portugués y español: técnicas estadísticas, gráficos estadísticos, diagrama causal, grafo implicative, relaciones entre variables, análisis estadístico implicative. Se incluyó la experiencia de las autoras, en donde se destacan los que permiten presentar la información, como los diagramas causales que visualizan la relación entre múltiples variables y los que permiten la exploración de los datos y las relaciones multivariadas, para dirigir el análisis posterior (Sagaró, 2019).

También, se puede mencionar la investigación en donde se realiza una determinación de la Ganancia en el aprendizaje de la cinemática lineal mediante el uso de métodos gráficos con estudiantes de Ingeniería en la Universidad de Caldas, pudiendo concluir que el resultado estadístico presentado por el factor de Hake, así como el vivencial establecido durante todo el proceso de investigación, determinó que en el proceso de aprendizaje alcanzado por los estudiantes muestra

valores mayores para los grupos experimentales, los grupos control mostraron valores bajos, siendo el método gráfico mostró ser una alternativa para explicar los temas de cinemática lineal, sin embargo los estudiantes repitentes expresaban la preferencia por la metodología con el uso de las ecuaciones (Castañeda, 2018).

Asimismo, otra investigación aplicando control estadístico para el monitoreo del proceso de corte de pastillas de jabón, demostrando, mediante la determinación del parámetro C_p , identificando que el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones del producto. Sin embargo, presentó un 6,29 % de estimados fuera de especificación, debido a: error de la balanza, características de la materia prima utilizada, viscosidad y humedad del jabón, falta de monitoreo de la variable durante la operación, integridad mecánica de la cuchilla cortadora, así como el desconocimiento de su frecuencia de cambio (Romero, 2018).

Además, se presentan investigaciones aplicando gráficos de control en el área de comunicación de los estudiantes del quinto grado de primaria en Lima en donde se pudo concluir que el uso de los organizadores gráficos, de acuerdo a la prueba de hipótesis existe diferencia significativa entre el postest del grupo control y experimental, así mismo muestra, el valor de la Z calculado $= -4.388 < Z \text{ crítico} = -1.96$ y el $p = .000$ menor al $\alpha .05$, lo que significa rechazar la hipótesis nula, y afirmar que el uso de los organizadores gráficos influye en el desarrollo de las competencias del área de Comunicación (Chinchano, 2017).

Por otro lado, una investigación realizada con el objetivo de analizar los gráficos de control multivariante t^2 de Hotelling mediante la red neuronal artificial Fuzzy Artmap, en donde permitió monitorear y controlar procesos multivariantes, el cual está integrado por el gráfico de control multivariante T^2 de Hotelling que detecta las señales fuera de control y la red neuronal artificial Fuzzy ARTMAP encargada de identificar la(s) variable(s) que causa(n) la señal fuera de control. Palabras Clave: Red neuronal artificial, T^2 de Hotelling y Control Estadístico del Proceso [(Ruelas, 2018).

Del mismo modo, se muestra otra investigación aplicada en la manufactura con el objetivo de hacer

una planificación y sistemas de control de variables para la fermentación del café en Guatemala, obteniendo resultados como el tiempo óptimo de fermentación óptimo se concluirá en función a los resultados obtenidos del modelo matemático de regresión, siendo la combinación de 2 días y 3 horas para este estudio la más aceptada en función a las pruebas experimentales realizadas (Orozco, 2019).

También, se pueden mencionar las nuevas aportaciones del análisis de datos Funcionales en el control estadístico de procesos, concluyendo que la monitorización de grandes flujos de datos o bases de datos de alta dimensión requiere todavía una labor de investigación intensiva que permita resolver el problema de detección de anomalías en tiempo real, desde la perspectiva de clasificación (Sánchez, 2019). Igualmente, una investigación aplicando control estadístico multivariado para medir la capacidad del proceso de fabricación de resortes de compresión en acero inoxidable, obtuvo resultados como en la fase de control o Fase II, una mayor variabilidad en la información; este aumento de la variabilidad corresponde a cambios provenientes de la empresa proveedora del acero inoxidable, esto originó el uso de nuevos lotes con características químicas y mecánicas diferentes a los utilizados en la información evaluada en la fase inicial, ocasionando una variación sustancial de las mediciones de las variables (Herrera, 2018).

También, se puede mencionar otra investigación realizada aplicando Control estadístico multivariante de proceso aplicado en la industria, en donde se obtuvo un proceso más robusto ya que se identifican más fácilmente puntos fuera de especificación el estadístico T2 facilita el diagnóstico de los cambios en el proceso que dieron origen al problema dotando al investigador de un conjunto de indicadores capaces de mostrar cuales de las relaciones entre las variables definidas por la data histórica que han quebrantado en la señal encontrada (Argumedo, 2018).

3. METODOLOGÍA

La investigación realizará de forma cualitativa y cuantitativa para dar cumplimiento al objetivo general con un diseño tipo de campo, nivel exploratorio y descriptivo, aplicado a una industria arcillera de la ciudad de Cúcuta, en donde fueron aplicados todos los

procedimientos y análisis mediante los gráficos de control.

4. RESULTADOS:

A continuación, se analiza y discute los resultados obtenidos en la aplicación de control estadístico mediante gráficos de control por variables. Finalmente, al obtener las muestras necesarias con los respectivos datos de los pesos y dimensiones a la cantidad establecida de bloques Bio Climáticos, las muestras tomadas fueron consolidadas las muestras con sus respectivas observaciones en el paquete estadístico SPSS para obtener las respectivas medias y los rangos R para las de los pesos de cada una de las muestras tomadas tanto. De esta forma se obtiene una media \bar{X} de todas las muestras tomadas de 1600,43 gramos y un rango medio de \bar{R} 2,938 gramos en todas las muestras, con estos datos se estableció los límites de control de la media para el peso de los bloques Bio climáticos de arcilla mediante la siguiente ecuación. Aplicando la ecuación 1, se obtienen los siguientes límites de control para la media

- LCS= 1601,332204 gramos
- LCI= 1599,522396 gramos
- LC = 1600,4273 gramos

De esta forma, ya teniendo establecido los límites de control de la media para el peso de los bloques Bio climáticos, se procede a la construcción de la carta de control de la media \bar{X} , ver Figura 1. Se evidencia un punto fuera de control ubicado en la muestra 6, quien está superando el límite de control inferior, ya que el límite de control inferior para este variable es de 1599,52 gramos y la muestra 6 está presentando una medida de peso promedio de 1599,70 gramos; superando la variación permisible para garantizar la calidad del producto, siendo estos puntos uno o más de esos factores que salieron de lo normal. En consecuencia, se deben tomar algunas decisiones para eliminar estas muestras que se encuentren fuera de control, ya que nos está mostrando señales de que algún problema está ocurriendo en el proceso, es necesario identificar la existencia de la irregularidad, debemos descubrir la causa rápidamente, tomar acciones de inmediato y prevenir para que no vuelva ocurrir.

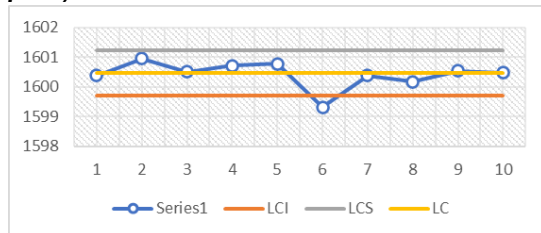
Una vez ya identificado el comportamiento de la media, se construye en grafico del rango mediante la ecuación establecida de la siguiente forma:

$$(Ec 1).LCS = D4\bar{R}$$

$$(Ec 2).LCI = D3\bar{R}$$

Para la identificación de los límites se tomaron los valores establecidos para D4 Y D3, en la tabla que estandariza los factores críticos para n= 10, quedando definidos los límites de control para el rango de la variable peso de los bloques LCS= 5,220826 gramos, LCI= 0,655174 gramos y LC = 2,938 gramos.

Figura 1. Carta de Control de la Media X (variable peso).



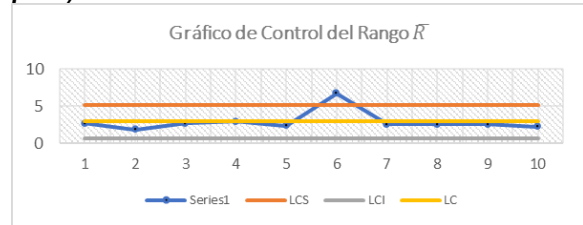
Fuente. Elaboración propia.

Ya teniendo establecidos los límites de control del rango se muestra el gráfico de control del rango, como se observa en la Figura 2, mostrando la amplitud o variabilidad entre los datos tomados del mayor al menor dato presente en las muestras; evidenciado que en el proceso existen causas de variación asignables o especiales, y que el proceso está fuera de control, Para controlar el proceso será necesario eliminar las causas especiales y generar las acciones preventivas para evitar que sigan ocurriendo; teniendo en cuenta que pueden presentarse variaciones provocadas por causas aleatorias.

Posteriormente de analizar el comportamiento del peso en los bloques Bio climáticos de arcilla, se analizó la dimensión de largo, ancho y alto del bloque construyendo a cada dimensión sus cartas de control para hacer un análisis más detallado del producto. Cada una de las gráficas de las demás variables como lo es el largo, ancho y alto nos suministrar evidencia de que el proceso ha estado operando bajo control estadístico de manera que se pueda estimar la aptitud de cumplir con las especificaciones, sobre una base concreta y confiable.

Para la dimensión del largo se aplicaron las fórmulas postuladas anteriormente para los cálculos de los límites de control de la media y del rango respectivamente, en donde arrojo unos límites de control de la media X para la dimensión del largo de los bloques con los siguientes valores: LCS= 12,64971556 Centímetros, LCI= 0,655174 Centímetros y LC = 2,938 Centímetros.

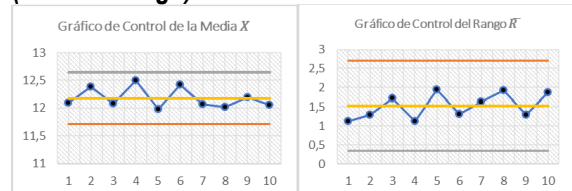
Figura 2. Carta de Control del Rango (variable peso).



Fuente. Elaboración propia.

De esta forma se obtiene una carta de control de la media para la dimensión de largo de los bloques con una estabilidad en el proceso, ya que en la Figura 3, se puede observar que todos los puntos se encuentran ubicados dentro de los límites de control, tanto para la media y el rango.

Figura 3. Carta de Control de la Media X y rango R (variable Largo).



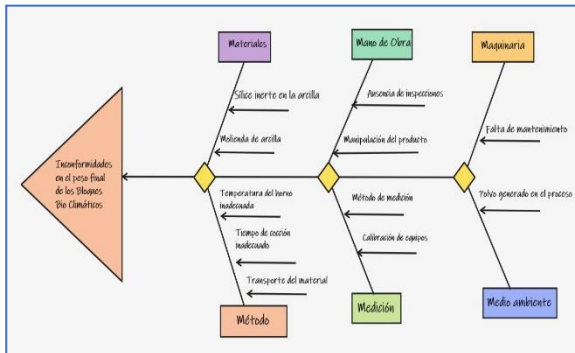
Fuente. Elaboración propia.

Aplicando el mismo procedimiento para las variables ancho y alto de los bloques a partir de las medidas estándares para este tipo de producto, se encontró procesos controlados, sin inconformidades en los productos finales frente a estas dos variables. Finalmente, al generar graficas de control para cada una de las variables analizadas en el proceso de producción de Bloque Bio climáticos de arcilla, se pudo evidenciar que la dimensión donde presenta la inconformidad es el peso indicando la presencia de causas especiales de variación, de manera que se pueda tomar acción para que el proceso vuelva a su estado normal de variación.

Cada una de las gráficas de las demás variables como lo es el largo, ancho y alto nos suministrar evidencia de que el proceso ha estado operando bajo control estadístico de manera que se pueda estimar la aptitud de cumplir con las especificaciones, sobre una base concreta y confiable. La variable del peso de los bloques al mostrar una inestabilidad permite estudiar el proceso para poder reducir la variabilidad de este y obtener así una mejora.

Finalmente, las posibles causas en cada uno de estos factores se formuló el siguiente interrogante como base fundamental para el análisis: ¿Qué aspecto de estos factores se refleja en el problema bajo análisis?, obteniendo como resultado las principales causas que se muestran en la Figura 4.

Figura 4. Diagrama Causa – Efecto.



Fuente. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en el análisis de causa efecto las principales fallas encontradas en el proceso en el factor materiales se deban a que durante el proceso de fabricación la arcilla utilizada para el proceso de producción puede contener silicio inerte; siendo esta un compuesto formado por silicio y oxígeno, generando en el producto exfoliaciones y roturas frágiles en las piezas, otra de las causas en este factor es la ausencia de control de tiempos de molienda, sin instrumento que mida los procesos. De igual forma en el factor mano de obra se evidencia una ausencia de inspecciones en el proceso por parte de los operarios en cada una de las etapas que compone el proceso, también se presenta una mala manipulación de forma manual del producto final. Por otra parte, en el factor de maquinaria en la empresa no se cuenta con un mantenimiento preventivo a la maquinaria previamente programado. De la misma manera en el factor de medio ambiente, se generando roturas del material; esto se debe a que

el material en su proceso de producción en algunas ocasiones al mantener contacto con el polvo generado en el proceso produce partículas de óxido de carbono en los ladrillos, que posteriormente cuando el ladrillo sea hidratado con agua tiene a cambiar su tamaño ideal.

En el factor método, los defectos presentes, pueden estar originados en el proceso de cocción, en donde el horno no cuenta con la temperatura adecuada o por no aplicar el tiempo de cocción adecuado; provocando bloques poco resistentes, también pueden ocasionarse por un transporte de material no adecuado. Finalmente, en el factor de medición que se le realiza al proceso pueden existir ciertos porcentajes de error en el proceso de medición, método de medición y calibración de los equipos utilizados.

Por consiguiente, es importante que la industria arcillera tenga en cuentas las causas generadoras de problemas en la calidad final del producto, garantizar acciones correctivas para evitar la presencia de las problemáticas expuestas durante su proceso de producción.

Por lo anterior, se puede decir que en los procesos de cualquier industria siempre va a presentar una tendencia a variaciones en los procesos todo bajo condiciones normales o comunes de trabajo, todas las anteriores variables aportan variación de salida del proceso, en forma natural o inherente, pero además aportan variaciones especiales o fuera de lo común, ya que a través del tiempo esas variables siempre pueden estar expuestas a errores como cambios, desajustes, desgastes, descuidos, fallas, etc.

Es así, como se puede encontrar dos tipos de variabilidad: la que se debe a causas comunes y la que corresponde a causas especiales o atribuibles, en donde las variaciones por causas comunes se presentan día a día, lote a lote de producción de bloques y es aportada en forma natural por las condiciones de las variables. Esta variación es inherente a las actuales características del proceso y es resultado de la acumulación y combinación de diferentes causas que son difíciles de identificar y eliminar, ya que son inherentes al sistema y la contribución individual de cada causa es pequeña; no obstante, a largo plazo representan la mayor oportunidad de mejora.

Por otra parte, la variación por causas especiales es causada por situaciones o circunstancias especiales que no están de manera permanente en el proceso. Por ejemplo, la falla ocasionada por el mal funcionamiento de una pieza de la máquina, que influyen en toda la cadena de producción de la manufactura de bloques o el empleo de materiales no habituales o el descuido no frecuente de un operario. Las causas especiales, por su naturaleza relativamente discreta, a menudo pueden ser identificadas y eliminadas si se cuenta con los conocimientos y condiciones para ello.

De esta forma en la industria arcillera se debe adoptar como parte fundamental de las acciones de mejora en su programa de producción la ausencia de defectos o cero defectos, contando con el establecimiento de medidas correctivas que le permitan fácilmente eliminar las causas de falta de ajuste y evitar su repetición serán la base del emprendimiento

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES :

Finalmente, se puede concluir al haber realizado un análisis de control estadístico de calidad principalmente al conocer todo el proceso de producción de bloques Bioclimáticos de arcilla, las etapas que componen el proceso requieren de un grana control, ya que se inicia con la obtención de la principal materia prima a que es la arcilla en la que se debe seleccionar campos con presencia de suelos fértiles y de tierras aptas para la industria que permitan obtener esta materia prima de la mejor calidad posible, en la que se le debe proporcionar un método de cernido especial para evitar presencia de partículas innecesarias que afecten la calidad final en la estructura del bloque.

Las demás actividades como lo es la molienda, la extrusión, secado, cargue al horno, descargue, clasificación y empaque requiere de gran experiencia quienes se encarguen de cada actividad para garantizar una adecuada inspección y garantía de que el proceso se realiza en las mejores condiciones, y que finalmente no se afecte el producto es sus características y especiaciones finales del producto exigidos por los principales clientes que serían los gremios de la construcción.

Igualmente, se puede concluir respecto a la especificación de los límites de control para las variables analizadas como el peso, largo, ancho y alto se mantiene un Rango muy mínimo en variación para este tipo de producto ya que cuenta con una estandarización generalizada para la industria de la construcción, por lo que se debe siempre mantenerse sobre los límites establecidos.

También se pudo evidenciar una inestabilidad solo en la variable peso de los Bloques, mientras que en las demás variables se puede resaltar de acuerdo a las cartas de control presentes que mantienen estabilidad en el proceso no presentaron puntos por encima o por debajo de los límites superior e inferior establecidos, tampoco existe una tendencia ascendente con tendencia hacia alguno de los límites, o lo contrario no hay presencia de tendencias descendentes, también se puede decir que de acuerdo a la ubicación de los puntos de control obtenidos para las variables de largo, ancho y alto no se evidencia puntos consecutivos por arriba del promedio, o lo contrario por debajo del promedio; es decir su tendencia es normal, hay estabilidad en estas tres variables.

Por otra parte, al realizar un análisis detallado en la variable peso, siendo la que arrojo inestabilidad en el proceso, se debió a diferentes causas identificadas como el momento en que se extrae el material en algunas ocasiones puede ser debido a la presencia de sílice inerte; siendo esta un compuesto formado por silicio y oxígeno, generando deformidad del producto con el tiempo, otra de las causas fue la fallas en la mano de obra por no garantizar las inspecciones adecuadas a la actividad, falta de mantenimiento preventivo a la maquinaria, existencia de factores externos en el medio ambiente que altere el proceso, fallas en el método de cocción y tiempos del mismo.

También, se puede concluir que la industria arcillera debe mantener un gran control, a las causas identificadas generadoras de problemas en la calidad final del producto, mediante la garantía de acciones correctivas para evitar la presencia de las problemáticas expuestas durante su proceso de producción.

Dentro de las limitaciones, recomendaciones de carácter académico y práctico se encuentran:

Realizar periódicamente inspecciones a los procesos en cuanto a cumplimiento de las especificaciones establecidas.

Aplicar herramientas estadísticas de control que permitan definir la estabilidad del proceso, generando estrategias de mejora.

No dejar de monitorear las principales causas ya sean comunes o especiales, que generen problemas o procesos fuera de control.

Tener muy bien definido cada una de las actividades que componen el proceso, que las personas que se encarguen de ejecutar cada actividad tengan la mayor experiencia en la misma, de forma que garantice la adecuada manipulación del producto.

6. REFERENCIAS:

G. B. S. Florence Gillet, *La Caja de Herramientas... Control de Calidad*, Grupo Editorial Patria., 2014.

Pinzón Rincón, Jhosymar Louis, Aldemar Remolina Millan, «*Prospectiva*, vol. 15, n° 2, pp. 51- 59, 2017.

L. A. A. K. D. Rivas, «*Importancia y valor económico de la marca en el sistema universitario*,» *Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, n° 83, pp. 545-571, 2017.

A. M. E. G. D. R. P. P. Acosta, «*Impacto de la calidad de los servicios sobre la satisfacción de los clientes en una empresa de mantenimiento*,» *Revista Científica Compendium*, vol. 21, n° 40, 2018.

A. T. I. Serrano, *Control interno y sistema de gestión de calidad: Guía para su implantación en empresas públicas y privadas.*, Ediciones de la U, 2018.

H. S. H. Oswaldo, «*Análisis de la metodología constructiva para la mampostería Hormi 2 y establecimiento de diferencias con la mampostería tradicional*,» Tesis de Licenciatura, 2021.