

INDICADORES DE FUNCIONALIDAD DE DISEÑOS DE INSTALACIONES DE INDUSTRIAS AGRARIAS

Ramos, R., Marey, M., y Álvarez, C.J. ^(P)

Resumen

La intención del trabajo es la de mejorar la competitividad de las instalaciones de industrias agrarias, proponiendo un sistema de indicadores que sirvan de guía para su evaluación y oferta de cambio. Buscamos la eficacia del proceso productivo, definiendo diseños lo más convenientes posible, que cumplan los criterios de funcionalidad y presupuesto. Los indicadores referidos han sido aplicados a diferentes modelos de bodegas con la intención de definir su viabilidad. Los resultados muestran que en los diseños no se suelen considerar múltiples aspectos que inciden significativamente en el coste del proyecto y en la eficacia del proceso productivo.

Palabras clave: Eficiencia, funcionalidad, viabilidad, diseño, indicadores.

Abstract

The intention of the work is to improve the competitiveness of the facilities of agrarian industries, proposing a system of indicators that serve of guide for its assessment and proposal of change. We look for the efficiency of the productive process, defining designs the most suitable as possible, that fulfill criteria of functionality and budget. The referred indicators have been applied to different models of wine cellar with the intention of defining their viability. The results show that in the designs not multiple aspects are used to considering the impact significantly in the price of the project and in the efficacy of the productive process.

Key words: Efficiency, functionality, viability, design, indicators.

Correspondencia

Departamento de Ingeniería Agroforestal - Universidad de Santiago de Compostela
Campus Universitario s/n. 27002 Lugo. Tlf.- 982.22.33.25 ext. 23027, Fax 982 24.18.35
proyca@lugo.usc.es

INDICADORES DE FUNCIONALIDAD DE DISEÑOS DE INSTALACIONES DE INDUSTRIAS AGRARIAS

1. INTRODUCCIÓN.

En un mundo de competencia, como es el de la industria agraria, deben analizarse cada vez mas todos los posibles caminos hacia la reducción del coste. En muchas industrias, es ya difícil, si no imposible, el asegurar una ventaja frente a la competencia, en cualquiera de sus factores principales de producción, mientras que detalles importantes, que permite asegurar los márgenes de beneficio, como es la distribución en planta o el diseño de la instalación, apenas son considerados.

Una distribución deficiente es una fuente de constantes pérdidas para su propietario, mucho mas preocupante dado que la consecución de una buena distribución no supone un coste añadido.

El diseño de Instalaciones Agroindustriales se encuentra sometido a un continuo cambio debido a las variaciones en las características de este tipo de instalaciones. Una decisión equivocada puede provocar graves problemas en la viabilidad de la empresa, y en ocasiones, difícilmente o costosamente solventables a través de reformas y ampliaciones.

El presente trabajo define una serie de aspectos para mejorar la competitividad de estas instalaciones, con el objetivo de que sirvan de guía para la evaluación y propuesta de cambios en los diseños actuales. En concreto se busca la eficiencia del proceso productivo a través de un buen diseño, evaluado éste según criterios de funcionalidad y presupuesto.

Nuestra pretensión se ha centrado en la definición de un modelo de industria para utilizarlo como material de trabajo, con la intención de generar indicadores que definan la viabilidad del proyecto en función de su funcionalidad (integración en conjunto de todos los factores que afectan al diseño, movimiento de material según distancias mínimas, circulación del trabajo a través de la planta, utilización efectiva de todo el espacio, satisfacción y seguridad de los trabajadores, y flexibilidad del diseño para facilitar reajustes).

Para la definición de los indicadores anteriormente mencionados nos hemos centrado en el estudio de la industria vitivinícola. Esta selección se justifica en el hecho de que en Galicia, en la actualidad y de cara al futuro, el vino es y será uno de los pilares básicos de la economía agraria gallega¹.

¹ En Galicia se producen al año más de 32 millones de kilos de uva con denominación de origen (Riveiro, Rías Baixas, Valdeorras, Ribeira Sacra y Monterrei). Las cinco denominaciones aglutinan a 14.373 viticultores con 8.506 hectáreas de superficie de viñedo. Son cifras que dan una idea del número de personas que viven de la producción y venta de un vino que ya traspasa nuestras fronteras.

2. EQUIPOS Y MÉTODOS.

Para elaborar el presente estudio se han seleccionado proyectos de bodegas con distintas capacidades productivas (desde 35.000 a 300.000 litros de vino al año). Se han recogido los datos más relevantes de este tipo de industrias, y a través de ellos se aplicaron los indicadores que permiten caracterizar las bodegas.

Los indicadores empleados en la investigación han sido relacionados con el presupuesto de la obra civil de la bodega, de esta forma los indicadores son de dos tipos:

- Indicadores referidos al diseño de la instalación.
- Indicadores referidos al desarrollo del proceso productivo.

Entre los primeros tenemos, la relación de la superficie y el perímetro al cuadrado del global de la instalación, la relación de la producción con la superficie de la bodega y la determinación de los valores de esbeltez, compacidad y porosidad para cada una de ellas. Por último la relación entre la altura de la nave y los depósitos de fermentación.

En cuanto a los referidos al proceso productivo, nos hemos concentrado en el movimiento de materias primas, productos y subproductos del proceso. Para lo cual se determinaron los circuitos y las longitudes de los tránsitos a través de la instalación.

3. RESULTADOS.

3.1. Relación superficie perímetro cuadrado.

Este indicador alcanza los valores más altos cuando se trate de edificaciones de forma cuadrangular (0.0625), a medida que aumenta la relación entre los lados el valor del indicador disminuye. Este indicador informa de que aquellas edificaciones en las que una de las dimensiones es mucho mayor que la otra, teniendo únicamente en cuenta el coste en cerramientos laterales, serían desfavorables con relación a las cuadrangulares.

El gráfico 1 muestra los resultados obtenidos para la relación existente entre el indicador superficie perímetro cuadrado y el coste de la obra civil. Como se observa aquellas bodegas cuyo diseño en planta implica formas más cuadradas presentan un menor coste para el conjunto de la obra civil.

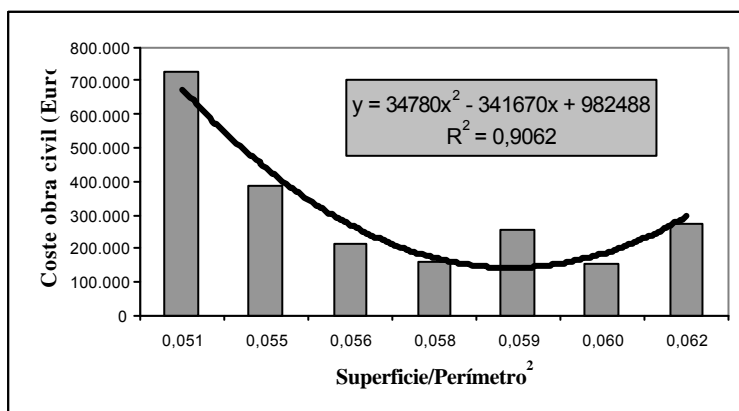


Gráfico 1. Variación del coste de la obra civil con la relación superficie perímetro cuadrado.

3.2. Relación producción superficie.

Este indicador permite conocer en que medida el proceso productivo está relacionado con la ingeniería del diseño. Los resultados obtenidos para este indicador muestran dos circunstancias. La primera de ellas en el sentido de que el incremento de la capacidad productiva de la bodega no está directamente relacionado con un incremento de la superficie de las instalaciones. En segundo lugar la línea proyectual que va desde la ingeniería del proceso hasta la ingeniería del diseño no parece haber sido lo suficientemente “cuidada” en algunas de las bodegas.

	Superficie (m ²)	Producción (litros)
Bodega A	600	35000
Bodega B	600	50000
Bodega C	734	60000
Bodega D	782	50000
Bodega E	793	100000
Bodega F	1014	206000
Bodega G	1020	110000

Tabla 1. Comparación de distintas bodegas en cuanto a superficie y capacidad productiva.

3.3. Relación entre el coste de la obra por unidad de producción la superficie y la producción total.

Los gráficos 2 y 3 ponen de manifiesto como en líneas generales, a medida que aumenta, tanto la superficie como la producción se reduce el coste por unidad. El coeficiente de ajuste (R^2) alcanza un mayor valor en el caso de del indicador de coste económico con la producción de la bodega. Indicar que la situación que se produce con el vino, en la cual el precio unitario fluctúa en función de la edad, la denominación de origen, etc. Por lo que el coste de la obra por litro no es el mejor de los indicadores.

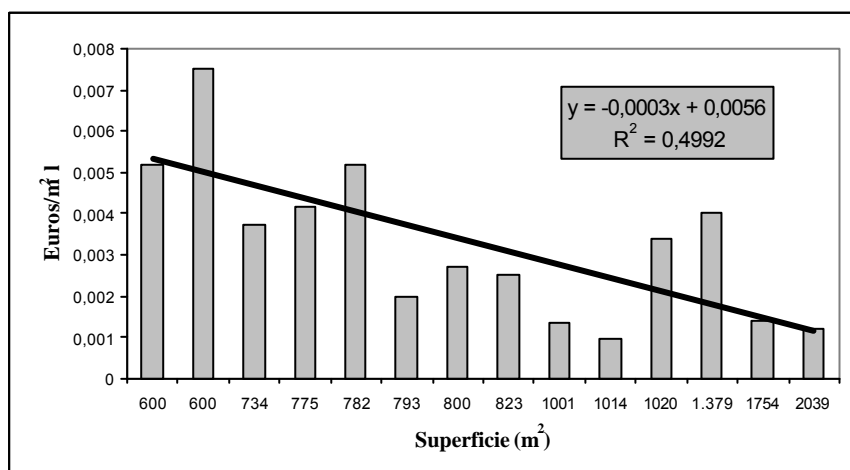


Gráfico 2. Variación del coste de la obra por metro cuadrado y litro con la superficie.

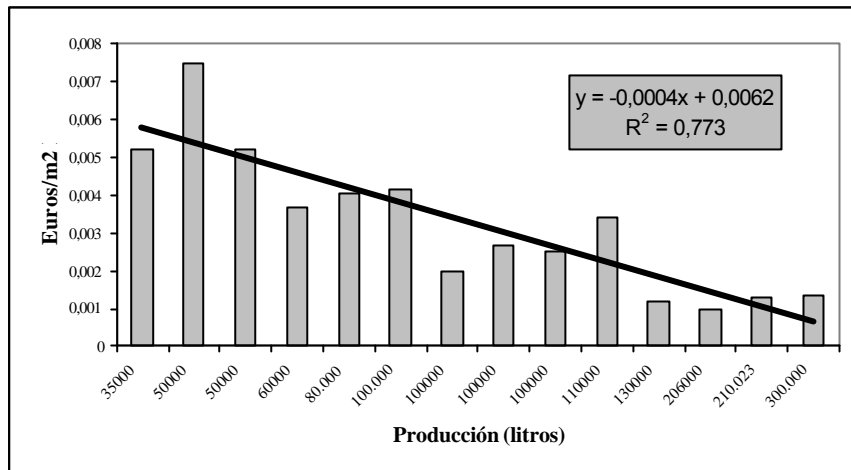


Gráfico 3. Variación del coste de la obra por metro cuadrado y litro con la producción.

3.4. Relación entre la altura de la nave y los depósitos de fermentación.

El elemento que condiciona la altura de las bodegas lo constituyen los depósitos de fermentación. Por lo que este indicador permite conocer en que medida el diseño de los depósitos, elementos prefabricados, determina el diseño de las posteriores obras de las bodegas.

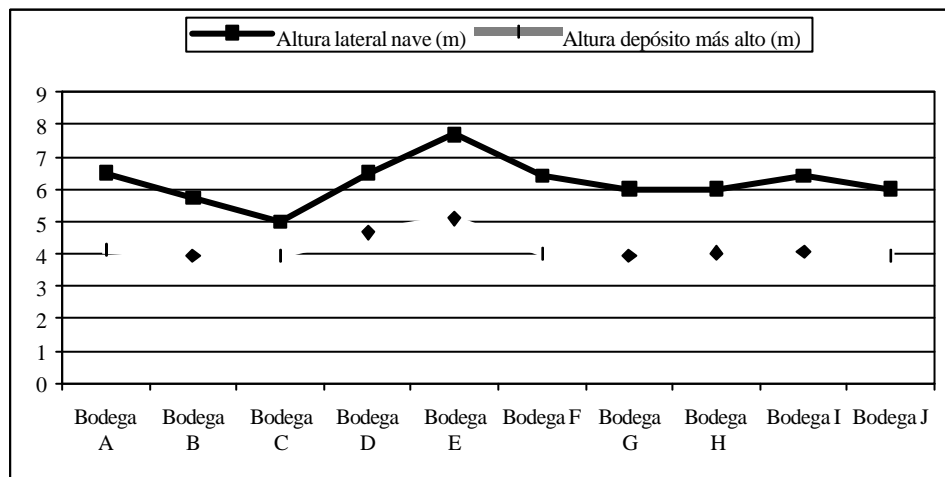


Gráfico 4. Diferencia entre la altura de la nave y la altura del depósito limitante.

En los resultados que se muestran en el gráfico 4 se observa que la separación entre ambas curvas es de dos metros, obtenidos a partir de la diferencia entre los paramentos verticales exteriores de la nave y el punto más alto de los depósitos.

Los depósitos ejercen una notable influencia en el coste del componente de inversión nave de la bodega. Este aspecto debe de ser tenido en cuenta por los diseñadores y fabricantes de los mismos.

3.5. Flujos de materiales.

La forma en que el material es trasladado tiene una gran influencia sobre la distribución en planta. La distribución y el manejo del material van estrechamente unidos.

A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta, y que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales. Normalmente, un mayor recorrido del material requiere invertir más tiempo en la producción y una mayor inversión económica.

Este indicador pone de manifiesto, una vez más, que el itinerario proyectual no ha sido tenido en cuenta a la hora de la realización de estas bodegas. De hecho se observa en los gráficos 5 y 6 como los recorridos, relacionados con las superficies y las producciones, no muestran diferencias para bodegas que se sitúan en los extremos de un intervalo de producción de 35.000 litros y 600 m² hasta los 110.000 litros y 1.020 m²

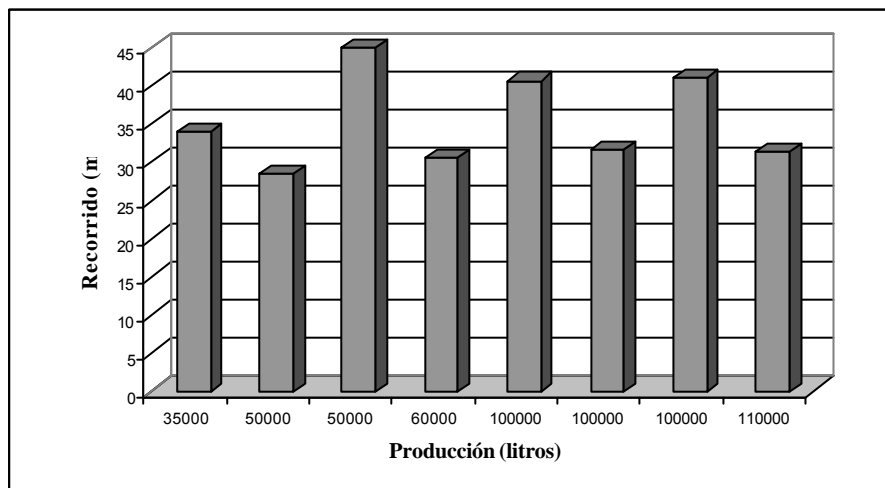


Gráfico 5. Relación entre la producción de la bodega y el recorrido de materia prima.

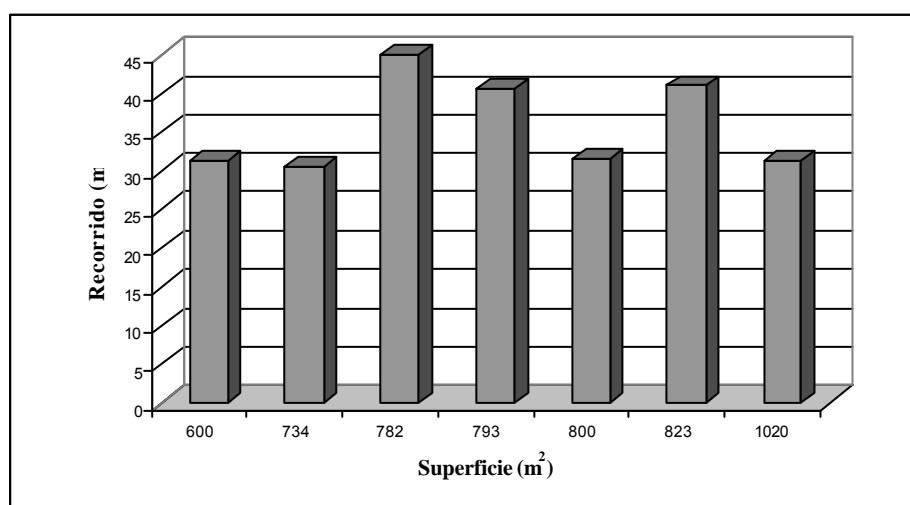


Gráfico 6. Relación entre la superficie de la nave y el recorrido de materia prima.

Al igual que con los flujos de materias primas, se han estudiado los recorridos de las botellas desde el almacén de vacíos a la sala de embotellado y luego al almacén de llenos, obteniéndose unos resultados muy similares, al no existir ningún tipo de relación entre las distancias recorridas y la producción o la superficie de la bodega.

	Superficie (m ²)	Producción (litros)	Flujo botellas (metros)
Bodega A	600	35.000	12,1
Bodega B	600	50.000	24
Bodega C	782	50.000	24
Bodega D	734	60.000	17,5
Bodega E	800	100.000	22,5
Bodega F	793	100.000	14,5
Bodega G	823	100.000	17,5
Bodega H	1020	110.000	24

Tabla 2. Flujos recorridos por las botellas en relación con la superficie y la producción de la bodega.

En la tabla 2 puede verse como para bodegas con producciones y superficies muy similares (bodegas E, F y G) se obtienen valores de flujos muy distintos, en incluso menores en las que tienen una superficie mayor.

3.6. *Esbeltez, compacidad y porosidad.*

La esbeltez es considerada como la relación existente entre la superficie del edificio y su altura. En el caso de edificaciones agrarias, es difícil encontrar ejemplos de aquellas que tengan dos o más plantas, por lo que esta relación tiende a alcanzar valores altos.

En el caso aquí estudiado se observa en el gráfico 7 como, comparando el coeficiente de esbeltez con el coste de la obra nos encontramos que debido a la heterogeneidad de las superficies y la uniformidad de las alturas el coeficiente oscila entre valores que van desde el 96 hasta 156. A su vez comparando estos coeficientes con los costes totales de la obra se observa una distribución irregular, y en la que el ajuste de regresión alcanza valores bajos.

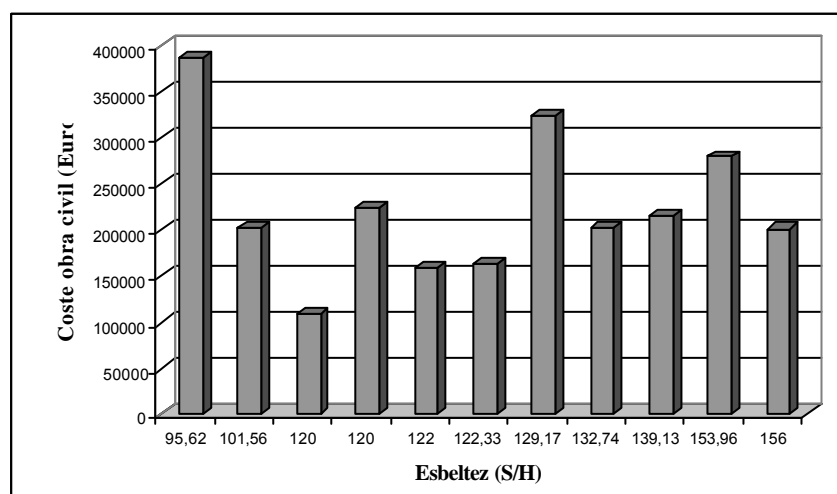


Gráfico 7. Relación entre la esbeltez y el coste de la obra civil..

La compacidad es una característica de los edificios que se calcula dividiendo la superficie de la nave entre su volumen.

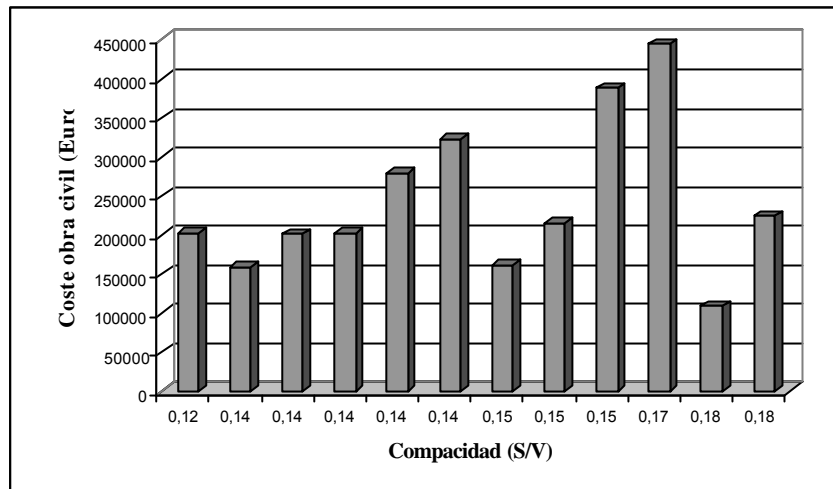


Gráfico 8. Relación entre la compacidad y el coste de la obra civil.

Al relacionar el valor de la compacidad con el coste de la obra (gráfico 8), se observa que a pesar de la variabilidad de los resultados obtenidos existe una tendencia a que un incremento en el valor del indicador de compacidad está aparejado con un incremento en el valor del coste de la obra.

El análisis de los indicadores de la esbeltez y la compacidad indican como la altura influye definitivamente en el coste de la obra.

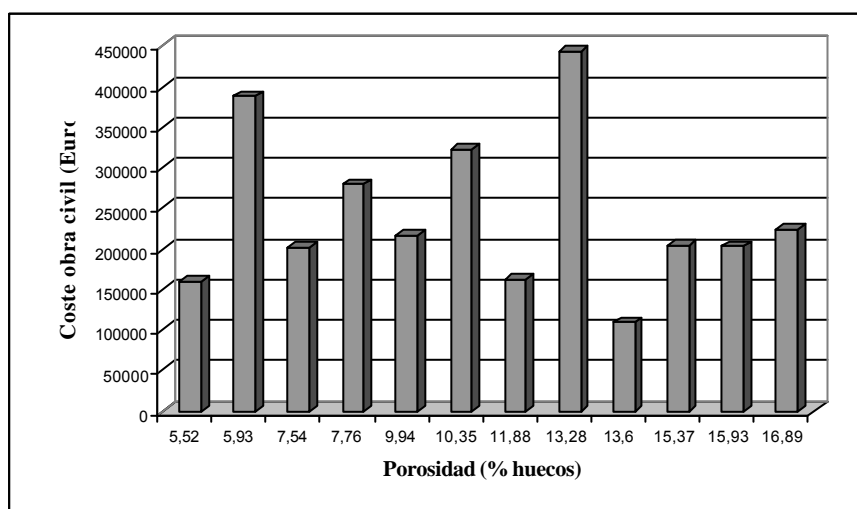


Gráfico 9. Relación entre la porosidad y el coste de la obra civil.

La porosidad de un edificio indica el tanto por ciento de huecos que presenta el mismo en los paramentos verticales exteriores.

Debido a las características del proceso productivo llevado a cabo en las bodegas, de carácter estacional y en un corto espacio de tiempo, la iluminación natural no tiene

mucha importancia, de ahí que en el gráfico 9 los resultados obtenidos presenten una gran heterogeneidad, y no influyan en el coste de la obra.

4. CONCLUSIONES.

El primer aspecto a destacar, se relaciona con el limitado número de bodegas analizadas, lo que por un lado consideramos adecuado para la realización de la presente comunicación, pero que por otro limita la consideración absoluta de los resultados extraídos.

- Relación superficie perímetro cuadrado

Es altamente significativa la correlación entre el coste de la instalación y la forma del edificio que la contiene. No es una cuestión accesorio la definición de las dimensiones de la nave dado que los costes varían significativamente. En una primera aproximación las formas cuadradas son más económicas que las rectangulares, sin considerar otros factores.

- Relación producción superficie

La ausencia de correlación entre los resultados obtenidos para las diferentes bodegas creemos que pone de manifiesto que existe un sobredimensionamiento de las más pequeñas. La superficie dependerá, sobre todo, del número y capacidad de los depósitos de fermentación, siendo lo más lógico que las más productivas tengan una superficie mayor que las de menor capacidad productiva.

- Relación entre el coste de la obra por unidad de producción la superficie y la producción total

Como es lógico, se puede concluir que será más rentable la construcción de una industria vitivinícola con una superficie y producción elevadas que una bodega pequeña, ya que los costes de la obra civil por metro cuadrado y unidad de producción serán menores.

- Relación entre la altura de la nave y los depósitos de fermentación

El diseño de los elementos del proceso productivo, como la altura de los depósitos, influye en el coste de la obra civil. Esto debería tenerse en cuenta por los fabricantes al diseñar la forma de estos depósitos.

- Flujo de materiales

Los flujos de los materiales son independientes de la producción, e incluso de la superficie, ya que se observa que algunas con menores superficies tiene una mayor recorrido por el tipo de distribución. Lo cual significa una práctica ausencia de estudio en aspectos relacionados con la distribución en planta y la manutención en estas bodegas.

- Esbeltez, porosidad y compacidad.

Los edificios de varias plantas pueden ser adecuados para industrias en las que los materiales se transportan a las plantas superiores y luego descienden por peso propio a las plantas inferiores. Para las bodegas, muchos diseños intentan aprovechar el desnivel en el terreno para el trasiego de uvas y mostos por gravedad, pero cuando poseen varias

plantas se da el caso que en la superior no se realizará ninguna fase del proceso de elaboración del vino.

Se puede concluir que, en el caso de las bodegas estudiadas, la esbeltez y compacidad, independientemente de influir en la estética de los edificios, también lo hacen en los costes de construcción, motivo por el que los consideramos indicadores que deben estudiarse a la hora de proyectar cualquier tipo de industria.

En cuanto a la porosidad significa que dado que el proceso productivo de estas instalaciones, que no suele utilizar iluminación natural, no es un indicador útil para el análisis.

Por último queremos indicar la necesidad de continuar en la presente línea de trabajo, es decir, el establecimiento de una batería de indicadores que ayuden a alcanzar diseños mas adecuados, reduciendo los costes del proyecto y del proceso productivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Alvarez, C.J., Marco, J.L., González, J.A. *Ingeniería del diseño: Una aproximación a la distribución en planta*. Ed. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1995.

Francis, R.L., McGinnis, L.F. y White, J.A. *Facility Layout and Location: An Analytical Approach*. Prentice – Hall International Series in Industrial and Systems Engineering, Estados Unidos, 1992.

Sule, D.R. *Logistics of facility location and allocation*. PWS-Kent Publishing Company, Boston, Estados Unidos, 2001.

Pereira, J.M., Álvarez, C.J., Barrasa, M. (en prensa) “*Prediction of dairy housing construction costs*” *Journal of Dairy Science*.

Muther, R. *Distribución en planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial*. Ed. Hispano Europea, S.A., Barcelona, 1981.

Neufert, E. *Arte de proyectar en arquitectura*. Ed. Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1995.

Marey, M., Ramos, R. y Alvarez, C.J. *Indicadores de funcionalidad de diseños de instalaciones: Aplicación a Industria del Aserrado en Galicia*. II Congreso Nacional de Agroingeniería, Córdoba, 2003.

<http://www.xunta.es/conselle/ag/orixe/index.htm>