Uso de materiales alternativos en la construcción del galpón MONTES ALPHA en el Km 13.5 de la vía Duran Tambo

Francisco Casanova
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra - Ingeniería Civil
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Campus "Gustavo Galindo", Km 30,5 vía Perimetral. Casilla 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador
franccs@hotmail.com, fcasanov@espol.edu.ec

Resumen

Hoy, en el sector industrial, existe una tendencia muy marcada hacia las construcciones de rápida ejecución, situación que está plenamente fundamentada por: los ingresos que se dejan de percibir en una industria durante los días de paralización, o lo que es peor, las enormes pérdidas causadas por los días de improductividad de los equipos. Considerando los objetivos de los propietarios en este tipo de construcciones como: el tiempo de ejecución y el costo de los proyectos, se ha generalizado el uso del acero como solución constructiva, debido a su gran versatilidad de conformado y localización de productos, su buen desempeño estructural, el fácil acceso a mano de obra calificada y el acabado estético con que se puede rematar la construcción. Pero aun, estableciendo el uso del acero como materia prima base de este tipo de construcciones, existe una consideración adicional que se puede especificar, con la finalidad de brindar mejores beneficios a la obra y su ejecución en general, esta es: el uso de acero estructural de alta resistencia. El uso de acero estructural de alta resistencia, permitirá realizar un rediseño de la estructura y este a su vez permitirá cambiar el proceso constructivo y la estética de los pórticos y proyecto en general, obteniendo finalmente varios beneficios, como: menor peso de la estructura principal, menor dimensión de la cimentación, disminución del tiempo de trabajo, mejor presentación y acabados, y menor costo del proyecto en general.

Palabras Claves: *acero de alta resistencia, construcción de galpones, pórticos metálicos, estructura metálica, construcciones alivianadas.*

Abstract

Nowadays, there is a very marked trend in the industry area, through quick-execution buildings, this situation has a strong basis on: the lack of incomes on the industry during strike days, or even worse, the huge losses caused by the non-productivity days of the machinery. Considering the owner's goals on this kind of buildings, such as: execution time and project cost, the use of steel as a constructive solution has become generalized, due to its conformed versatility and localization of products, its good structural performance, the easy access to well-qualified handwork and the esthetic ornaments which the building can be given. In fact, if establishing steel as the basic raw material for this kind of buildings, there is an additional consideration that can be specified, so that greater benefits can be offered to the building and its general execution, this is: the use of high-performance structural steel. Its use will allow a re-design of the structure and it will also allow a change on the building process, the esthetic of porches and the project as a whole, leading to several benefits, such as: lower weight of the main building, lower dimensions of the foundations, working-time reduction, a better presentation, and lower cost of the project as a whole.

Keywords: *high-performance steel, sheds building, metallic porches, metallic structure, weight-reduced buildings*

1. Introducción

En la actualidad el desarrollo y crecimiento de la ciudad se orienta hacia el sector productivo; la industrialización de los procesos y la necesidad de crear ambientes y espacios acordes con ese crecimiento ha hecho que se preste singular atención a la construcción de naves industriales, donde la inversión de recursos económicos, la buena administración de los tiempos de ejecución y la pronta puesta en marcha del proyecto, son la principal preocupación del sector.

La empresa privada MONTES ALPHA. S.A., decide ampliar sus instalaciones y crear una nueva bodega de almacenamiento que preserve en condiciones deseadas su producto para lo cual el mes de agosto del año 2009 llama a concurso privado a varias empresas constructoras para ejecutar la construcción del proyecto "galpón MONTES ALPHA en el km 13,5 de la vía Duran – Tambo".

la necesidad se crea con el crecimiento del proceso productivo de la empresa, que consiste en el armado de pallets de madera para su posterior comercialización, en la cual se incluye su almacenamiento y respectiva logística integral de distribución.

Entre las condiciones necesarias para el almacenamiento del producto terminado (pallets ya elaborados) se planteo la necesidad de contar con un área de no menos de 600 m2, con un espacio mayor a los 8 metros de altura para garantizar la movilidad y el brindar el volumen necesario, con cubierta para proteger el material ante las lluvias y con ventilación para controlar la humedad.

Ya en el aspecto constructivo, la especificación indica que; la cimentación seria de hormigón, la estructura principal y secundaria de acero estructural con pintura anticorrosiva, la cubierta de steel panel con sus respectivos canalones y sistema de drenaje para el agua lluvia y el periodo máximo de construcción de dos meses, teniendo como prioridad para la elección del constructor licitante, los tiempos de respuesta y costos en la construcción de la nave para almacenamiento.

Finalmente la elección se hace en beneficio de la funcionalidad, calidad, precio, tiempos y seguridad que la construcción y la empresa contratada pueda brindar con los materiales propuestos la técnica constructiva sugerida, los tiempos comprometidos en contrato y los costos y financiamiento finales.

2. Metodología

El galpón industrial propuesto tiene más bien un modelo estilizado, se pretende mostrar un pórtico simple que cumpla a cabalidad con las características estructurales y funcionales requeridas, donde se evitan los entramados, y se opta por el uso de "cajones" estructurales que cumplan funciones de vigas y columnas respectivamente.

El objetivo fundamental de este tipo de construcción está bien definido y pretende simplificar el proceso constructivo de tal modo que permita de un modo rápido y económico desarrollar el proyecto, sin cambiar la respuesta estructural de sus componentes.

Otro de los objetivos fundamentales es procurar la prolongación de la vida útil del proyecto en general y de cada uno de sus componentes de modo particular, utilizando materiales que soporten el clima, la exposición al ambiente y la agresividad de la naturaleza.

Con estos parámetros y descripciones puntuales se desarrolla otro concepto de construcción más apegado a las exigencias modernas de rapidez, funcionalidad, economía y ecología.

Se ha implementado también el sistema de correa – canalón donde la correa de borde es un canalón haciendo la respectiva prolongación de la misma para garantizar una adecuada hermetización y rigidez a lo largo de todo el canalón con lo cual no se hacen necesarios los apoyos o estructura exclusivamente dedicada al canalón.

En cuanto a las uniones de las correas a la estructura principal o pórticos se ha planteado hacerla mediante pernos para evitar dañar el recubrimiento galvanizado de las mismas y con esto garantizar la protección al acero madre por mayor tiempo.

Este nuevo esquema genera un cronograma corto y simple para la elaboración de la obra en general, así como la necesidad de tener un aliado en el proveedor que entregue la mayor parte del kit a medida con cortes exactos en máquinas, con lo que finalmente disminuye el uso de mano de obra que pudiera cargar y problemas al proyecto.

Lo cual finalmente genera ahorros tanto en costos directos como en los indirectos de ejecución ya que no hay cabida para obras y complicaciones no planificadas para el constructor. Y baja definitivamente los costos de operatividad para el cliente final puesto que puede ocupar sus instalaciones en menor tiempo.

3. Resultados

3.1. Comparativos y diferencias de sistemas constructivos.

Es preciso establecer bajo que aspectos se logró alcanzar similitudes entre los modelos: el tradicional y el propuesto para sustentar la comparación y competencia entre ambos, básicamente se partirá del requerimiento arquitectónico y funcional.

Al momento de decidir la elaboración de este proyecto el cliente requiere:

- Un área a cubrir determinada; 756 m2.
- Una separación o distanciamiento entre columnas que le permitan maniobrar al interior del galpón con libertad; distancia entre pórticos de 6metros y luz de pórticos de 18 metros.
- Una altura de cubierta o esbeltez de columnas determinada; 9 metros.
- La estructura debía soportar la instalación y funcionamiento normal de una cubierta metálica y recoger toda el agua de influencia en canalones laterales.
- Un tiempo definido para cumplir con la ejecución del proyecto; 3 meses.

Con la premisa del conocimiento de las necesidades se puede exponer mejoras a las expectativas del cliente, para que el elija un sistema específico, así se establecen las diferencias de uno y otro sistema.

Características de la propuesta que marcan diferencias:

- Sistema más liviano, con el cual se consigue; reducción dimensiones en la cimentación, reducción del riesgo sísmico, reducción de costos.
- Uso de acero de alta resistencia ASTM A-588 con el cual se consigue no solo mejor respuesta estructural y menores pesos para el proyecto en el rediseño sino que además por su composición química se consigue mejor respuesta a la exposición.
- Uso de acero galvanizado con este recubrimiento, se consigue más vida útil de la estructura y menos gastos de mantenimiento.
- Redistribución y aprovechamiento de las vigas de amarre para que cumplan funciones adicionales de correas de cubierta.
- Implemento del uso de la correa canalón para ofrecer mejor acabado, mayor durabilidad al canalón y reducir costos y tiempos de ejecución.
- Uso de soportes empernados para las correas de cubierta con lo cual se protege el galvanizado.
- Uso de vigas cajón en lugar de cerchas con lo cual se mejora la apariencia y reducen tiempos de ejecución.
- El hormigón trabaja internamente en las columnas con esto se evita el uso de encofrado, se deja expuesto el acero y permite monitorear su estado permanentemente y poder dar el mantenimiento adecuado.

Características del método tradicional que marcan diferencias:

- Existe en el medio un extenso conocimiento y experiencia en este tipo de metodología y materiales lo cual garantiza en alto porcentaje el resultado final.
- Al ser materiales y tipologías ampliamente conocidos al momento de hacer reparaciones y modificaciones al proyecto en el futuro se facilita la contratación de trabajadores que conocen como desempeñarse.
- Por la concepción tradicional de la fortaleza del hormigón y su uso en grandes obras, el dueño del proyecto habitualmente se siente más seguro con elementos de hormigón para sustentar sus proyectos.
- El costo inicial del acero tradicional ASTM A36 y su publicidad y manejo comercial hacen parecer absurda la compra de un acero de mayor valor porque a proyección parece que encarecerá el proyecto.
- Los costos de mantenimiento del acero son mayores que los del hormigón.
- Por costumbre se piensa que la estética en los elementos del modelo tradicional es la adecuada o presenta mejores rasgos, cualquier cambio de esta forma causará un impacto visual y se calificará como falto de estética y de mala o débil apariencia.

3.2. Análisis de Costos unitarios

Evidentemente es necesario realizar un análisis de costos que corrobore todas las premisas de este estudio ya que como tema fundamental se pretende demostrar las ventajas en calidad, tiempos y costos que acarrea el uso de otros materiales en un método propuesto diferente al tradicional.

Ha sido necesario crear rubros distintos a los tradicionales puesto que el sistema cambia la concepción de los mismos, en este marco por ejemplo, se vuelve innecesario el rubro de armado de soportería para canalón, ya que el canalón es autosoportante, o se vuelve imprescindible la creación del rubro para armado y colocación de placas de anclaje para las columnas mismo que no existe en el sistema tradicional. Basándonos en esta situación necesitamos establecer claramente el análisis de costos unitario y global, que permitan comparar sistemas completos y no solamente rubros uno a uno que nos mostrarían un espejismo del proyecto general.

A continuación se definirán los rubros uno a uno por cada sistema (tradicional y propuesto) para poder conocer claramente a una secuencia constructiva.

- Trazado y replanteo.- En este tipo de obras es imprescindible realizar el trazado y replanteo de ejes ya que es la base para cualquier diseño arquitectónico previsto, se realizará esta actividad en ambos casos tanto para el sistema tradicional como para el sistema propuesto.
- Excavaciones.- Si bien es cierto que en ambos sistemas se realizarán excavaciones para la cimentación y las riostras, no es menos cierto que con el recálculo de la estructura por la variación de peso, se puede reducir significativamente las dimensiones de la cimentación y por lo tanto el volumen excavado.
- Replantillo de hormigón.- Al igual que la excavación se aplica a ambos sistemas pero no sería en igual cantidad por la reducción de secciones de cimentación por el recálculo de la estructura.
- Plintos de hormigón.- Como parte principal de la cimentación es un rubro importante, en él se marcan dos diferencias fundamentales, la primera es que como de un sistema tradicional a un sistema propuesto se reducen las secciones, los plintos en el sistema propuesto son de menor dimensión sin embargo en ellos si habrá que incluir las placas de anclaje con sus respectivos ganchos en la fundición del plinto lo que no es necesario en el sistema tradicional.
- Riostras de hormigón.- Este rubro aplica a ambos sistemas tanto el propuesto como el tradicional en igual proporción.
- Pilares de hormigón.- Este es uno de los rubros que marcan diferencia puesto que solo se aplica al sistema tradicional donde se considera necesario realizar todos los pilares de hormigón en sección de 25x25cm y con una altura de 6metros, utilizando dos por cada pórtico y en materiales sería suficiente hormigón armado con un fc= 210 kg/cm2.
- Vigas de amarre de hormigón.- Este es otro de los rubros que hace diferentes los sistemas tradicional y propuesto ya que solo se aplica al sistema tradicional que utiliza vigas de sección de 25x15cm y con una longitud de 6m (distancia entre pórticos) para rigidizar la estructura principal, se aplica a todo el contorno de la estructura.
- Estructura metálica de cubierta.- En este rubro se enmarca tanto la estructura principal o cercha del pórtico así como el entramado de correas utilizadas como sustento de cubierta, es importante definir que si bien ambos sistemas (tradicional y propuesto) utilizan estructura metálica para la cubierta, por la función y tipo va a cambiar el nombre de rubro de un sistema a otro así solo en el sistema tradicional se definirá el uso de este rubro en general así a este conjunto de cerchas y correas metálicas de acero ASTM A – 36 se lo llama estructura metálica de cubierta.
- Cubierta planchas steel panel e=0.45mm .- De igual modo que muchos de los otros rubros si bien es cierto que para ambos casos se usará una cubierta tipo steel panel de galvalume trapezoidal, la recomendación del sistema propuesto es que por economía se ha recomendado que el mejor equilibrio entre el distanciamiento y número de correas y el espesor de los paneles de cubierta es entre los espesores de 0,35mm a 0,40mm. Para la cubierta de MASTER 1000.
- Canalones de aguas lluvias.- Este rubro es aplicado solo al sistema tradicional por todo el proceso que implica desde la realización de la estructura soporte pasando por la confección y colocación del canalón de aguas lluvias hasta llegar a la hermetización e instalación de bajantes para estos canalones diseñados y formados en obra.
- Guardianía.- Este es otro rubro que se aplica a ambos sistemas sin embargo por los tiempos de duración debe establecerse ciertas diferencias.

- Limpieza y desalojo.- De igual modo este último rubro depende principalmente de la cantidad de desperdicios en obra, la cual varía de un sistema a otro ya que por eco-sustentabilidad el sistema propuesto tiende a reducir el desperdicio a la mínima expresión enviando materiales a medida para ser utilizados en obra.
- Columnas metálicas.- En este rubro se abarca la conformación de columnas metálicas a partir de correas a medida de acero grado 50 y todo el proceso de montaje, curado y pintura de las mismas.
- Vigas de amarre metálicas.- Este rubro incluye solamente las vigas de amarre de 6m de longitud y formadas por correas conformadas como cajón debidamente curadas y pintadas que dan rigidez al sistema de pórticos a montar.
- Pórticos metálicos.- En este rubro se considera todas las vigas principales y secundarias o auxiliares tipo cajón que participan en la elaboración de los pórticos con su respectivo resane y pintado.
- Correas de cubierta.- Para este rubro se presenta una de las mayores diferencias entre el sistema tradicional y el sistema propuesto ya que las vigas son de acero galvanizado y no necesitan ser tratadas sino más bien instaladas únicamente y arriostradas mediante pernos a los pórticos, por otro lado la última correa de cada lado es una correa tipo canalón, lo cual deja dentro de este rubro a la conformación del canalón , dejando un rubro diferente para complementar esto que sería la hermetización de canalones.
- Hermetización de canalones.- Es un rubro complementario se refiere a la hermetización y realización de bajantes para canalón.

COSTOS GLOBALES DE OBRA

CONSIDERACION DE MONTOS TOTALES EN BASE A LOS RUBROS PARCIALES Y CANTIDADES NETAS

OBRA : GALPON SISTEMA TRADICIONAL CON CUBIERTA STEEL PANEL

POR: FRANCISCO CASANOVA FECHA: 29/09/2010

MARCA	RUBROS Y/O DEFINICIONES PARCIALES			COSTOS Y PRECIOS	
ITEM	NOMBRE DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO TOTAL
TRMT001	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	800,00	1,58	1.264,00
EXMT002	EXCAVACIONES	M3	26,50	4,42	117,13
RHMT003	REPLANTILLO DE HORMIGON	M2	24,00	9,86	236,64
PHMT004	PLINTOS DE HORMIGON	M3	16,00	278,40	4.454,40
RIMT005	RIOSTRAS DE HORMIGON	M3	5,00	322,86	1.614,30
PIMT006	PILARES DE HORMIGON	M3	6,00	456,23	2.737,38
VAMT007	VIGAS DE AMARRE	M	80,00	33,03	2.642,40
EPMT008	ESTRUCTURA PRINCIPAL DE CUBIERTA	M2	800,00	12,27	9.816,00
CCMT009	CORREAS DE CUBIERTA	M2	800,00	7,51	6.008,00
PEMT010	PINTURA PARA ESTRUCTURA	M2	800,00	4,37	3.496,00
GVMT011	CUBIERTA GALVALUME	M2	800,00	11,42	9.136,00
CGMT012	CANALON GALVANIZADO	ML	80,00	22,62	1.809,60
				TOTAL "A"	43331,85

G	COSTO TOTAL DIRECTO		43331,85
H	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO	12% (G)	5199,82
I	IMPREVISTO	(G+H)	0,00
J	UTILIDADES	(G+H+I)	0,00
	COSTO FINAL (G+H+I+J) EN DOLARES U.S.A.		48531,67

Una vez definidos los rubros uno a uno se puede precisar las cantidades desde los planos o los listados de materiales y hacer un gran total para cada uno de los sistemas y entonces ya no se compara la obra ni por rubros ni por precios parciales sino como obra con costos globales.

Una vez obtenidos los costos globales entonces si se puede realizar el comparativo entre un sistema y el

COSTOS GLOBALES DE OBRA

CONSIDERACION DE MONTOS TOTALES EN BASE A LOS RUBROS PARCIALES Y CANTIDADES NETAS

OBRA : GALPON SISTEMA PROPUESTO CON CUBIERTA STEEL PANEL

POR: FRANCISCO CASANOVA FECHA: 29/09/2010

MARCA	RUBROS Y/O DEFINICIONES PARCIALES			COSTOS Y PRECIOS	
ITEM	NOMBRE DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO TOTAL
TRMP001	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	800,00	1,58	1.264,00
EXMP002	EXCAVACIONES	M3	18,00	4,09	73,62
RHMP003	REPLANTILLO DE HORMIGON	M2	16,00	9,12	145,92
PHMP004	PLINTOS DE HORMIGON	M3	10,24	246,53	2.524,47
RIMP005	RIOSTRAS DE HORMIGON	M3	5,00	322,86	1.614,30
PIMP006	COLUMNAS METALICAS	M3	4,00	324,63	1.298,52
VAMP007	VIGAS DE AMARRE	M	120,00	24,65	2.958,00
EPMP008	ESTRUCTURA PRINCIPAL DE CUBIERTA	M2	800,00	7,92	6.336,00
CCMP009	CORREAS DE CUBIERTA	M2	800,00	5,80	4.640,00
PEMP010	PINTURA PARA ESTRUCTURA	M2	800,00	1,94	1.552,00
GVPT011	CUBIERTA GALVALUME	M2	800,00	11,42	9.136,00
				TOTAL "A"	31542,83

G	COSTO TOTAL DIRECTO		31542,83
H	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO	12% (G)	3785,14
I	IMPREVISTO	(G+H)	0,00
J	UTILIDADES	(G+H+I)	0,00
	COSTO FINAL (G+H+I+J) EN DOLARES U.S.A.		35327,97

otro, desde luego se puede mejorar el dimensionamiento del sistema tradicional llevándolo hasta un 10% más económico con respecto a su costo original, sin embargo como se pretende mostrar el sistema "tradicional", la tradición en este tipo de construcción es elaborar edificación "fuerte y maciza".

Se esperaría también encontrar los mismos rubros en todas las líneas pero no es de esta forma la presentación porque se quiere mostrar que el siguiente valor agregado que tiene la propuesta es la optimización de recursos con el doble uso de elementos, mostrando que la ultima correa puede ser canalón, que las vigas de amarre pueden ser correas, que colocar galvanizado de alta resistencia estructural nos permite bajar peso y disminuir el espesor de acero así como empernar para no pintar.

Que el bajar peso nos ayuda a bajar dimensiones de la cimentación, que el fundir al interior las columnas nos ahorra el uso de encofrado y deja expuesto el metal que por tener las características que tiene el grado 50 funciona de mejor modo al estar expuesto al ambiente y además nos da la oportunidad de monitorear constantemente su estado y darle mantenimiento adecuado, no ocurre así con el hormigón armado, donde las varillas quedan confinadas dentro de la mole de hormigón, encontrándose casos en que ya no existe metal interno por efectos de la corrosión.

En todo estudio para hablar de resultados necesitamos cualificar y cuantificar lo expuesto, en este análisis en particular es tangible el resultado cualitativo en las características y descripción físico – técnica de los materiales y cuantitativo en los costos y tiempos de ejecución, donde se muestra una alternativa valedera con la incursión de materiales menos comunes que nos llevan a modificar de cierto modo el proceso constructivo habitual.

4. Conclusiones y recomendaciones

- Cuando se analiza, detenidamente, cada material que se pretende utilizar en una construcción, se puede; con criterio, elegir el más idóneo para la obra y aprovechar ventajas del medio.
- Es necesario conocer las tradiciones constructivas pues durante años han servido a los usuarios con buenos resultados, dejando certificado su funcionamiento, sin embargo se debe recordar que no es la única forma de resolver una obra, ya que es parte del trabajo ingenieril buscar nuevas y mejores alternativas para las necesidades actuales.
- Aligerar el peso de la construcción ayudo a reducir los costos de la misma con el rediseño de sus elementos.
- El uso de acero galvanizado permitirá dar mayor durabilidad a las correas, reduciendo los costos de mantenimiento preventivo en ellas.
- La utilización de pórticos en lugar de cerchas genera más espacio libre y una mayor estética a la obra lo cual asigna otro valor agregado a la misma.
- Al utilizar rubros diferentes o unificados con funciones de los miembros compartidas (correa – canalón) se ahorran costos a la obra como los soportes de canalón.

Entre las recomendaciones principales para el buen uso de este estudio, se tienen las de orden técnico, donde prima el respeto a la reglamentación de los códigos vigentes de construcción así como los códigos para el uso del acero, también están las recomendaciones de carácter funcional como el conocimiento de los proveedores y sus productos y finalmente y no menos importantes las recomendaciones de carácter ambiental y el buen uso de los recursos naturales del medio.

- Todo diseño obedece a un cálculo estructural y por ende cada vez que se desea cambiar las características de una obra ya sea en su forma o en la elección de materiales se debe realizar el respectivo diseño y cálculo de la estructura.
- Del mismo modo, para cada sección de canalones de cubierta elegida se debe comprobar el correcto cálculo y dimensionamiento de la sección y el número y sección de bajantes requerida según la zona.
- Una vez cuantificado el nuevo peso de la superestructura se recomienda recalcular las dimensiones de la cimentación para verificar la posibilidad de obtener mejores volúmenes.
- Se recomienda en cualquier caso solicitar al proveedor de materiales certificados de la calidad y materia prima que garanticen espesores, procesos y tratamientos adecuados.
- Se recomienda diseñar y calcular con materiales que se encuentren en el mercado para esto se debe hacer un buen estudio de mercado y visitas a las fabricas y distribuidores locales pues los tiempos de respuesta muchas veces cambian el costo de los proyectos.
- Se sugiere conocer los procesos y alcances de los proveedores locales para solicitar con bases y argumentos pedidos especiales que pudieran diferenciar la obra.
- Debe analizarse la procedencia de cada uno de los materiales a emplear en obra y evaluar el impacto ambiental de los materiales, procesos y usos del proyecto, en nuestras manos esta cuidar el entorno y la supervivencia del planeta.
- Se recomienda revisar las normas LEED usadas internacionalmente para auto-evaluarse en el cumplimiento con la sociedad y el ambiente, ya que muestra un horizonte bastante completo de los cuidados y buen proceder constructivo.

5. Referencias

[1] A Manual técnico de ACESCO. Perfiles de acero alta resistencia. (Colombia)

[2] Manual de mantenimiento de cubiertas de la UNESCO (Chile)

[3] Tesis ESPOL-FIMCP Diseño de galpón método LRDF (Ecuador)

[4] Guía de utilización de acero con recubrimientos ARCELOR (Luxemburgo)

[5] Catalogo de acero DIPAC (Ecuador) Criterios de diseño para cimentaciones Jesús Alberro (México)

[6] Manual técnico de perfiles y cubiertas ROOFTEC (Ecuador)