UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU"
DE LAS VILLAS

FACULTAD DE CONSTRUCIONES
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE DIPLOMA

TÍTULO: EL TALLER DE ECOMATERIALES

DIPLOMANTE:
JOSE JUAN HERRERA MESA

TUTOR:
MSC. ING. PEDRO SEIJO

CONSULTANTE:
DR. ING. SERGIO BETANCOURT

CURSO 2007-2008

Pensamiento

"Las cosas buenas se deben hacer sin llamar al universo para que lo vea a uno pasar. Se es bueno porque sí; y porque allá dentro se siente como un gusto cuando se ha hecho un bien, o se ha dicho algo útil a los demás"

José Martí.

Dedicatoria

Alguien que es todo amor y ternura,

que me comprende y apoya en todo momento,

que se siente orgullosa de lo que hoy soy.

A mi madre le dedico este trabajo.

Agradecimiento

- A mis padres Ramón y Margarita por enseñarme el camino correcto a seguir y apoyarme en todo momento.
- A mi tutor Pedro Seijo por ayudarme y guiarme a la realización de este trabajo.
- A mis familiares y amigos por su apoyo incondicional.
- A todos los profesores que han contribuido en mi formación como ingeniero civil.
- A todas las personas que de una forma u otra han colaborado en este proyecto

A todos, mí agradecimiento.

Resumen

Resumen:

El presente trabajo aborda la temática relacionada con la producción de ecomateriales, específicamente para bloques huecos de hormigón de 200, 150, 100mm, celosía, adocreto, vigas SIPRET y tejas de microconcreto. Para la producción de estos ecomateriales se han diseñado un conjunto de máquinas como son la vibrocompactadora Vibracom, el molino de bolas en sus dos modelos (MB-600 y MB-800) y el sistema de vigas SIPRET, estas máquinas se unen a otras como la mesa vibratoria, la hormigonera, el sistema de riego por aspersión y herramientas de la construcción para llegar a conformar un conjunto productivo a modo de una pequeña industria.

Se pretende confeccionar un manual que pueda ser tomado como proyecto para su construcción y que permita brindar una mayor información de los equipos para su manipulación que podrá ser consultado por trabajadores y profesionales dedicados a la producción de materiales. Para la elaboración de este manual se hace necesario establecer las características principales de los materiales a elaborar y las labores de producción de las máquinas.

Se realizan los ensayos de dimensión, absorción y compresión con diferentes dosificaciones a los bloques huecos de hormigón y a las tejas de microconcreto ensayos de dimensión, absorción y flexión para comprobar si cumplen con los requerimientos técnicos de las normas cubanas o de las exigencias de calidad de los materiales.

Se describe la organización del flujo de producción en el taller en cada una de las áreas de trabajo, así como su distribución en planta.

Summary

Summary:

The present work approaches the thematic related with the ecomaterials production, specifically for hollow blocks of concrete of 200, 150, 100mm, lattice, paving stone, beams SIPRET and microconcrete tiles. For the production of these ecomaterials they have been designed a group of machines like they are the vibratecompacto Vibracom, the mill of balls in their two models (MB-600 and MB-800) and the system of beams SIPRET, these machines unite to others as the vibratory table, the concrete mixer, the watering system for aspersion and tools of the construction to end up conforming a productive group by way of a small industry.

It is sought to make a manual that can be taken as project for their construction and that it allows offering bigger information of the teams for their manipulation that he/she will be able to be consulted by workers and professionals dedicated to the production of materials. For the elaboration of this manual it becomes necessary to establish the main characteristics of the materials to elaborate and the works of production of the machines.

They are carried out the dimension rehearsals, absorption and compression with different dosages to the hollow blocks of concrete and the tiles of microconcrete dimension rehearsals, absorption and flexion to check if they fulfill the technical requirements of the Cuban norms or of the demands of quality of the materials.

The organization of the production flow is described in the shop in each one of the workspaces, as well as its distribution in plant.

Índice

Índice:

Introducción	1
Capítulo-I: La temática del estado del arte	
1-Definición de ecomateriales	4
2-Tipos de ecomateriales a tratar y su descripción.	4
2.1-Bloque de hormigón	4
2.1.1-Generalidades y características.	4
2.1.2-Clasificación de los bloques huecos de hormigón	5
2.2-Teja de microconcreto.	8
2.2.1-Generalidades	8
2.2.2-Clasificación	8
2.2.3-Características	10
2.2.4-Ventajas de la teja de microconcreto.	12
2.3-Vigas SIPRET.	12
2.3.1-Generalidades de la tecnología.	12
2.3.2-Fundamentos de la tecnología.	13
2.3.3-Características técnicas generales.	13
2.3.4-Elementos que componen el sistema Sipret	14
2.3.5-Solución en hormigón armado**.**	15
2.3.6-Características de la producción de los elementos.	15
2.3.7-Dosificación de hormigón con Altos Volúmenes de Sustitución de CPO.	15
2.3.8-Ventajas de la tecnología Sipret	16
2.4-Adoquines y adocretos.	16
2.4.1-Generalidades.	16
2.4.2-Características y clasificación de los adocretos.	17
2.4.3-Construcción de las Juntas entre los Adocretos:	18
2.4.4-Consumo de materiales.	18
2.4.5-Definir el espesor de las piezas o adocretos.	19
2.4.6-Maquinarias y equipos utilizados.	19

2.4.7-Ventajas de la tecnología de pavimentación con adocretos.	20
2.4.8-Campo de aplicación.	20
2.4.9-Adocreto (producido en Villa Clara)	21
2.5- Celosía.	22
2.6-Cemento CP-40	23
2.6.1-Generalidades y características**.**	23
3-Máquinas de producción a tratar y su descripción.	24
3.1-Vibrocompactadora para bloques huecos de hormigón con su juego de moldes para cinco productos.	24
3.1.1-Generalidades	24
3.1.2-Características de la máquina Vibrocompactadora (Esquemas de sus partes y descripción)	24
3.1.3-Sistema eléctrico de la máquina	28
3.1.4-Palets de madera	29
3.2-Mesa vibratoria para la producción de tejas de microconcreto.	30
3.2.1-Generalidades y características de la mesa vibratoria de microconcreto.	30
3.2.2-Elaboración de las tejas de concreto con la mesa vibratoria	30
3.3-Molino de bolas en sus dos modelos (MB-600 y MB-800)	31
3.3.1-Generalidades y características del Molino de bolas en sus dos modelos MB-600.	31
3.3.2-Molino de bolas MB-800. Datos técnicos generales.	32
3.3.3-Molino de bolas MB-600. Datos técnicos generales.	32
3.4-Sistema de riego por aspersión.	33
3.5-Hormigonera y herramientas que facilitan los trabajos a realizar.	35
4-Conclusiones parciales	35
Capítulo II: Dosificaciones y ensayos a los materiales	
5-Características de las materias primas.	36
5.1-Las cualidades que deben presentar los áridos para la realización de los ecomateriales son las siguientes:	36

5.2-Las cualidades que deben presentar el cemento Pórtland para la realización de los ecomateriales son las siguientes:	37
5.3-Ensayos que se deben realizar a las materias primas:	37
5.4- Cálculo de volúmenes de materiales	37
6-Ensayos realizados a bloques huecos de hormigón.	42
6.1-Ensayo de dimensiones para los bloques.	42
6.1.1-Valores medios de dimensiones.	42
6.1.2Dimensiones y tolerancias	42
6.1.3-Expresión de los resultados.	43
6.2- Ensayo de absorción para los bloques.	50
6.3-Ensayo de resistencia a compresión para los bloques.	52
6.3.1-Determinación de la resistencia a compresión.	52
6.3.2-Resistencia a la compresión	52
6.3.3-Criterio de aceptación o rechazo	53
7-Ensayos realizados a las tejas de microconcerto	55
7.1- Dimensiones para las tejas de microconcreto**.**	55
7.2-Ensayo de absorción de las tejas de microconcreto	56
7.3-Ensayo de flexión para las tejas de microconcreto.	57
8- Control de la calidad de los elementos elaborados en el taller	58
8.1-Tejas de Microconcreto:	58
8.2-Bloques huecos de hormigón:	59
8.3-Aglomerante CP- 40:	59
9-Conclusiones parciales:	60
Capítulo III: Planeamiento de la producción.	
10-La distribución en planta	61
10.1-Las distribuciones del pasado	61
10.2-Objetivos de al distribución en planta.	61
10.3-Las ventajas de una buena distribución en planta se traducen en reducción del costo de fabricación, como resultado de los siguientes puntos:	62

10.4-Objetivos básicos de una distribución en planta.	62
10.5-Principios básicos de la distribución en planta	63
11-Organización de la producción del taller.	64
11.1-Cantidades de materias primas que necesita el taller para la producción.	64
11.2-Áreas de almacenamiento	64
11.2.1-Cemento P-350	64
11.2.3-Zeolita y Cal	64
11.3-Área de almacenamiento para materias primas al aire libre (áridos gruesos y áridos fino)	65
11.3.1-Áridos gruesos	65
11.3.2-Árido fino:	65
11.4-Área para la producción de bloques.	66
11.4.1- Área para la preparación de la mezcla.	66
11.4.2-Área de producción de bloques huecos de hormigón.	66
11.4.3-Área de colocación de los bloques en palets para un día de producción.	67
11.4.4-Área de curado y almacenamiento para bloques.	67
11.5-Área de producción de tejas de microconcreto.	68
11.5.1-Área para la preparación de la mezcla.	68
11.5.2-Área de producción de las tejas de microconcreto.	68
11.5.3-Área de curado de las tejas de microconcreto.	69
11.5.4-Área de almacenamiento de tejas de microconcreto.	69
11.6-Producción de cemento CP-40	70
11.6.1-Área de producción del CP-40	70
11.7-Producción de vigas de hormigón armado (Tecnología Sipret)	70
11.7.1-Área de producción de las vigas con tecnología Sipret.	70
11.7.2-Área de curado y almacenado de las vigas con tecnología Sipret.	70
11.8-Otras áreas del taller	70
12- Fuerza de trabajo y puestos de trabajo en la producción de	71

ecomateriales en el taller.	
12.1-Producción de bloques huecos de hormigón.	71
12.2-Producción de tejas de Microconcreto.	71
12.3-Producción de vigas de hormigón armado (Tecnología Sipret)	71
12.4-Producción del CP-40	72
13-Determinación del nivel de prioridad de las áreas del taller.	73
13.1-Matriz de acoplamiento o de relaciones de la estructura interna de una instalación.	73
13.2-Matriz triangular no orientada.	73
13.3-Matriz cuadrada no orientada.	73
13.4-Orden de prioridad de las áreas.	74
14-Conclusiones parciales	75
Conclusiones	76
Recomendaciones	77
Bibliografía	78
Anexos	80

Introducción

EL CIDem de la facultad de construcciones en La Universidad Central de Las Villas lleva varios años trabajando en el desarrollo de tecnologías que contribuyan al mejor desempeño de proyectos de colaboración dedicados al mejoramiento del fondo habitacional y a crear condiciones locales de producción de materiales de construcción, en tal sentido ha diseñado y producido un conjunto de máquinas, las que unidas a otros equipos accesorios de la producción de materiales llegan a conformar un conjunto productivo a modo de una pequeña industria; estas máquinas son la Vibrocompactadora para bloques huecos de hormigón con su juego de moldes para cinco productos; el molino de bolas en sus dos modelos (MB-600 y MB-800) y el sistema de vigas SIPRET para dos productos. Estas máquinas se unen a otras como la mesa vibratoria para producir tejas de micro concreto; la hormigonera; el sistema de riego por aspersión y útiles y herramientas de la construcción.

Todo este conjunto ha devenido en talleres que aunque no han contado con un diseño de organización del flujo productivo, han aportado resultados, lógicamente no eficientemente.

Definición general del tema:

Este tema es motivo de una gran necesidad para institucionalizar el proceso productivo de la pequeña industria local de materiales de construcción y con ello alcanzar una producción eficiente, organizada y modelo, que cumpla con las exigencias de un proceso productivo, sobre todo en organización del flujo, diseños de los productos, normas de protección e higiene del trabajo, sistema de calidad y finalmente productos económicos, lo más ecológicos posibles y de baja energía incorporada.

Las ventajas del diseño de este taller prototipo serán de incuestionable valor, por cuanto hoy día la dirección del país estimula el desarrollo de la industria local, mucho más al haberse definido que el problema de la vivienda es altamente acuciante y por ello se encuentra en los primeros lugares de las aspiraciones gubernamentales y de los ciudadanos.

Objeto de estudio:

Organizar un taller de ecomateriales que incluya el diseño de sus productos validados por los ensayos de laboratorio correspondiente y verificado por las normas vigentes.

Hipótesis:

Es posible diseñar un taller de producción de ecomateriales, y que este documento pueda constituir un modelo para su replicación.

Objetivos Generales:

Realizar una búsqueda bibliográfica, normas y documentos editados del tema, así como conocer la forma de trabajo y las experiencias en la formación de la pequeña industria de la construcción y de producción de materiales.

Objetivos específicos:

Confeccionar un documento que pueda ser utilizado como proyecto para su construcción prototipo, tomando como ejemplo de su aplicación el taller de La Entidad Municipal de Microbrigadas Sociales y Servicios a la Vivienda de Santa Clara.

Tareas científicas:

Realizar la búsqueda bibliográfica especializada y las normativas editadas al respecto. Desarrollar un trabajo de encuestas con técnicos y especialistas dedicados a la producción de ecomateriales en los varios talleres existentes en Cuba.

Presentar la información en un documento a modo de proyecto ejecutivo.

Novedad de la investigación:

Se obtiene un documento que actualmente no existe.

Aportes científicos:

El principal aporte esta en la confección de un documento que no existe y es muy necesario para el trabajo de los municipios de Cuba que pretendan desarrollar su industria local de producción de Ecomateriales.

Valor Metodológico:

Será un documento que contribuirá a la formación metodológica del diplomante para enfrentar trabajos de investigación y elaborar documentos técnicos, elaborar proyectos integrales de construcción, organización de obras, diseño de productos, diseños de mezclas de hormigón, diseño del sistema de evaluación de la calidad, y otros varios aspectos para su formación como ingeniero civil.

Constituirá un documento que será consultado permanentemente por las admitracciones y técnicos de los talleres, sirviendo para crear talleres de ecomateriales, planificar recursos para el proceso productivo y definir calidades esperadas en la producción.

Valor Práctico:

Será un documento que no existe y es imprescindible para la producción y planificación de la pequeña industria de materiales de construcción.

Valor Científico Investigativo:

Permitirá al alumno desarrollar un trabajo investigativo, adquiriendo metodología para hacerlo así como aplicar la computación y adquirir conocimientos de un tema muy poco desarrollado en su formación.

Estructura del trabajo:

- Portada.
- Índice.
- Resumen.
- Introducción.
- Desarrollo.
  - Capítulo-1
  - Capítulo-2
  - Capítulo-3
- Conclusiones.
- Bibliografía.

Capítulo 1

1-Definición de ecomateriales

La palabra “Ecomateriales” fue creada por “Eco Sur” para denominar los materiales viables, económica y ecológicamente, es decir, sustentables. Promover el uso de tecnologías tradicionales utilizando materiales locales, pero también nuevas interpretaciones y desarrollos es importante y necesario, sin embargo, a veces es difícil encontrar métodos y costumbres tradicionales en los lugares, ya que la propaganda para productos industriales ha marginado muchas soluciones y producciones populares, que actualmente se están rescatando.

Los artesanos locales están en una posición de defensa y el pueblo alberga dudas acerca del uso de materiales y tecnologías tradicionales. Por décadas, las universidades se han concentrado en materiales “modernos” como el acero y el cemento y han desatendido el barro y otros de “bajo costo”, que posibilitan soluciones a ejecutar por ciudadanos de bajos ingresos y con mano de obra poco especializada.

Por otro parte han surgido legislaciones que aún cuando dicen contribuir a soluciones populares no aportan alternativas viables a los recursos materiales que deben respaldarlas.

Los Ecomateriales se caracterizan por ser fabricados a pequeña escala, con tecnologías apropiadas, empleando recursos y materias primas locales, fundamentalmente desechos de la producción agroindustrial. **(1)**

2-Tipos de ecomateriales a tratar y su descripción.

2.1-Bloque de hormigón

2.1.1-Generalidades y características.

El bloque de hormigón es por excelencia uno de los materiales de construcción más populares, por su gran utilización, donde se ahorra gran cantidad de mortero con relación a la utilización del ladrillo, al cual sustituye; además, sus caras exteriores son más resistentes a la humedad.

Este bloque para muros es una pieza prefabricada que ha de resistir los esfuerzos a que queden sometidas una vez formado el muro y proporcionar el debido aislamiento térmico y acústico. Estas condiciones, por una parte y la necesidad de establecer una limitación en el peso del bloque con el fin de facilitar

su colocación en obra, condujeron al cambio de los primeros bloques huecos en el sentido de la altura. **(2)**

En la fabricación de los bloques huecos de hormigón se emplean distintos tipos de materiales; Áridos gruesos y finos, agua y cemento (generalmente se utiliza el cemento Pórtland).

Al emplear mezclas combinadas de CPO (Cemento Pórtland Ordinario) y cementos Cal–Puzolana (CP–40) en la dosificación de un hormigón, manteniendo constante el peso total de aglomerante, trae como consecuencia un empobrecimiento de la calidad del aglomerante pero los bloques huecos de hormigón requieren bajas resistencias brutas (2 ,5 ~ 7MPa), por lo que el empleo de aglomerantes Cal – Puzolana como extensores del CPO resultan de una práctica desde el punto de vista económico.

2.1.2-Clasificación de los bloques huecos de hormigón

Bloque de Hormigón: Pieza prefabricada a base de cemento, agua, áridos finos y/o gruesos, naturales y/o artificiales, con o sin aditivos, incluidos pigmentos, de forma sensiblemente ortoédrica, con dimensiones exteriores no superiores a 500mm, con una relación alto/ancho inferior a 6, y alto/largo inferior a 1, sin armadura alguna con densidades normalmente comprendidas entre 1700kg/m^3 y 2200kg/m^3.

Los bloques huecos de hormigón se clasifican en tipos, serie y grados de calidad. Los tipos de bloques de hormigón se clasifican en I, II, III según sus parámetros y dimensiones principales (ver tabla 1, Figura 1). **(3)**

Tabla 1. Dimensiones NC 247-2005. [3]

Parámetros Normales						Parámetros de Fabricación				
Dimensiones (cm.)					Masa	Dimensiones (cm.)				Masa
Tipo	l	b	h	e	(Kg.)	l ± 0,3	b ± 0,3	H ± 0,3	e	Máx. (Kg.)
I	40	20	20	3,5	20	39,5	19,5	19,5	3,5 ± 0,3	21
II	40	15	20	3,0	16	39,5	14,5	19,5	3,0 ± 0,2	16,5
III	40	10	20	2,5	10	39,5	9,5	19,5	2,5 ± 0,2	10,5

La categoría viene definida por la resistencia a compresión del bloque. Según su resistencia nominal (ver tabla 2).

Tabla 2. Requisitos mecánicos NC 247-2005. [3]

Categoría.	Resistencia media a la compresión a los 28 días	Resistencia media a la compresión a los 7 días
	MPa	MPa
I	7,0	5,6
II	5,0	4,0
III	2,5	2,0
IV	2,5	2,5

Los grados de calidad se establecen de acuerdo a la capacidad de los bloques de absorber agua. La absorción es una característica de estos íntimamente ligada a la densidad de su hormigón constitutivo (ver tabla 3). [4]

Tabla 3. Absorción NC 247-2005. [3]

Grados	Absorción máxima	Máximo valor individual
I	Media ≤ 9	Individual ≤ 11
II, III y IV	Sin Limitación	
Nota: La determinación de la absorción se realiza de acuerdo con la NC 54-213.		

Mediante acuerdo el usuario y el productor se puede producir un bloque tipo I grado A con R′ = 80kgf/ cm2. R′ = Resistencia a la compresión. Es el resultado de dividir la carga de rotura (kqf) entre el área bruta (cm2) en un elemento.

V. Coeficiente de desviación típica de la resistencia a la compresión.

R′k. Valor probable de resistencia a compresión sobre el cual estará el 84% de los valores individuales. [3]

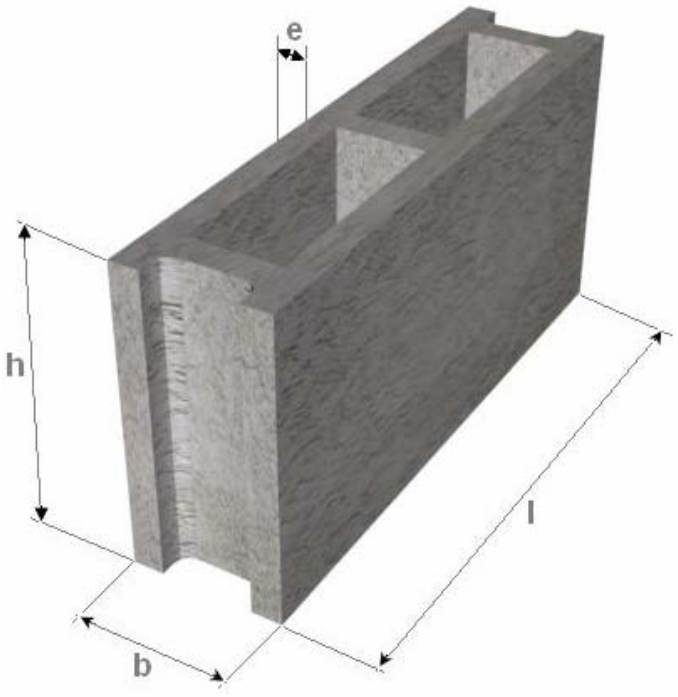


Figura 1. Bloque hueco de hormigón.

2.2-Teja de microconcreto.

2.2.1-Generalidades

Los problemas básicos existentes en los países en vías de desarrollo son la tremenda deforestación y la gran incidencia de materiales de construcción importados. Se hacia necesario buscar soluciones de techo que usaran menos madera, a la vez que sustituyeran importaciones.

A consecuencia de esto comenzaron los primeros experimentos hechos a mano. Cuando los primeros techos estuvieron colocados, descubrimos que no solo era difícil obtener un ajuste perfecto entre las hojas, sino también que estas eran frágiles y de manejo complejo, dándole solución a estas cuestiones.

La teja de microconcreto resultaba una solución viable, a la vez ecológica y económica para los techos, las normas principales para tejas de concreto: ASTM (EEUU), Británicas, Sudafricanas, Rusas (antiguas normas Soviéticas), e incluso, para resistencia a la congelación, de acuerdo a DIN (Alemania), cumplen satisfactoriamente con todos los requisitos genéricos tales como: impermeabilidad, resistencia a la flexión, etc.

El microconcreto se define como un “concreto de altas prestaciones" y esa es la razón por la que una teja de TMC de 10mm de grosor pasará pruebas similares a las de un concreto industrial común, siendo estas mucho más gruesas y pesadas. La mezcla exacta de cemento con arenas bien graduadas y la adecuada vibración especialmente concebida para este material, así como las condiciones de curado casi perfectas, constituyen la clave para este nivel de calidad. **(5)**

2.2.2-Clasificación

Podemos decir que la teja de micro hormigón es una forma nueva de solución de techo o mejor dicho, una nueva variante de lo que es un techo antiguo querido y muy utilizado. En la actualidad se fabrican varios tipos de tejas (solo la forma varía), la romana, la de canalón y además la de caballete y laterales. Están fabricadas con arena, cemento y colorante.

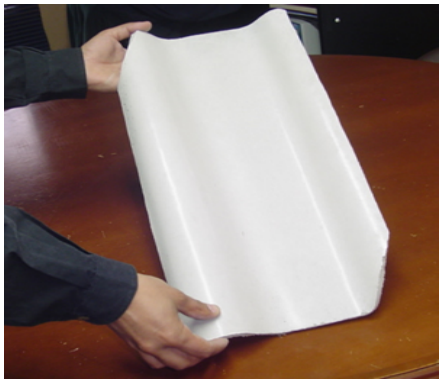


Figura 2. Teja romana

Figura 3. Cumbreras redondas.

.

Figura 4. Cumbreras a 120^{o}.

Figura 5. Bovedilla

La bovedilla es un sistema utilizado en entrepisos que reduce hasta en un 40% los costos de una losa de hormigón.

Figura 6. Botaguas a 90º (izquierda) y Cumbrera (derecha)

El botagua (izq.) es un accesorio para acabados de cubierta.

La cumbrera (der.) es un accesorio para cubrir la unión de dos caídas en una cubierta.

Figura 7.Adicionalmente, se produce el Accesorio Tapa Onda

El marco metálico para producir Accesorio Tapa Onda no es una pieza estándar en el paquete de la maquinaria tevi

Figura 8. El Accesorio Tapa Onda cubre el espacio entre la teja y la cumbrera [(5)]

2.2.3-Características

La teja de microconcreto (TMC) es un material de cubierta cuyas cualidades térmicas, hidráulicas, acústicas, la duración y la resistencia mecánica a los impactos están igual o por encima de otros materiales de cubiertas ligeras [(7)]

Tabla 4. Datos técnicos de las tejas de microconcreto. [7]

Datos Técnicos de las Tejas de Microconcreto.	
Dimensiones.	500 x 250mm.
Área efectiva.	400 x 200mm.
Cantidad de tejas x m^2.	12.5 tejas
Peso de la teja.	2.5Kg. (espesor 8mm). 3.0Kg. (espesor 10mm).
Peso por m^2 de tejas.	31.0Kg./m^2 (espesor 8mm). 37.5Kg./m^2 (espesor 10mm).
Tejas para caballete y lateral.	500 x 250 x 10mm.
Tejas por metro lineal.	2.5 tejas.
Conductividad térmica.	0.5watt /m ^oC.
Peso por teja.	2.6Kg.
Resistencia a flexión.	Más de 60Kg. (espesor 8mm). Más de 80Kg. (espesor 10mm).
Resistencia al impacto de una esfera de:	220g. a un altura de300mm (esp. 8mm) 220g. a un altura de 400mm (esp. 10mm)
Producción /Hombre /Día.	350 tejas /2 hombres /día
Consumo aprox. de cemento x teja.	0.600~0.800 Kg.
Consumo aprox. de arena x teja.	1.6Kg.
Rendimiento /bolsa (42.5Kg.).	80 tejas.
Pendiente a utilizar en el techo.	22^0 (40.4%) hasta 30^0 (57.7%).

Dimensiones	Tolerancias
longitud	± 10mm.
ancho	± 5mm.
perfil	± 3mm.
espesor	± 0.5mm
cuadratura	± 3mm.

2.2.4-Ventajas de la teja de microconcreto.

- Las tejas presentan un buen comportamiento acústico y térmico, no requieren horneado, son ligeras, inoxidables, impermeables, resistentes al fuego, de buena apariencia y muy duraderas.
- Solo son necesarios dos materiales para la producción: El cemento y la arena.
- Se logra un ahorro de materiales y un mayor aprovechamiento de su dinero. Con una bolsa de cemento de 50kg pueden cubrirse entre 6 y 7m^2 de techo. En 60m^2 de techo solo se consume un m^3 de arena.
- Las tejas pueden soportarse en correas de madera u otro material sin requerir un entablado de base. **(6)**

2.3-Vigas SIPRET.

2.3.1-Generalidades de la tecnología.

La solución de los techos de las viviendas sigue constituyendo uno de los principales problemas en la ejecución de este tipo de edificaciones, las soluciones de las estructuras de la cubierta en madera resulta en extremo cara, además de los problemas al entorno que se crea con su uso indiscriminado y el tiempo reducido de vida útil. En resolver esta problemática se enmarca esta tecnología, la cual propone una solución alternativa y viable para la ejecución de cubiertas con Teja de microconcreto utilizando el hormigón armado para la conformación de un entramado de vigas y correas denominado SIPRET.

En el caso de la cubierta, la estructura de soporte de la teja de microconcreto ha sido casi siempre la madera, la que se hace cada vez más difícil por su precio y menos atractiva por el daño ecológico que ocasiona, al analizar alternativas a la madera, el campo de posibilidades no es amplio y prácticamente se resume en estructuras de metal y de hormigón.

Las estructuras de metal presentan limitaciones tanto ecológicas como económicas. Su precio es alto y la propia construcción requiere personal y equipamiento de cierto nivel.

Las estructuras de Hormigón Armado pueden ser construidas de forma menos industrializada y aunque son mucho más pesadas, no limitan en convertirse en soluciones atractivas para las cubiertas, siendo la solución en hormigón pretensado la más eficiente en cuanto a sus características resistentes, midiendo la llamada "eficiencia estructural" como una relación entre el peso del elemento resistente y la carga que es capaz de soportar, el pretensado es el segundo material más eficiente, precedido solo por la madera misma. **(8)**

2.3.2-Fundamentos de la tecnología.

La tecnología SIPRET se fundamenta en un entramado de Vigas y Correas de Hormigón, en sus dos variantes**,** Hormigón Armado y Hormigón Pretensado, para recibir las tejas de microconcreto, cuya distribución de los elementos en la cubierta se conforma en vigas espaciadas a 1,5m encima de los muros y correas espaciadas a 0,4m encima de las vigas para recibir las tejas de microconcreto. **(8)**

2.3.3-Características técnicas generales.

Los elementos se fabrican con Hormigón de Granito de 30MPa, en Hormigonera a pie de obra, con la utilización de aditivos, acero ordinario Φ10mm ó Φ 12mm en carga y Φ 6mm en cercos en la variante de Hormigón Armado, que es específicamente la que vamos a estudiar.

El cálculo estructural de ambos elementos (vigas y correas), está realizado de tal forma que las secciones resistan igual con el mismo número barras en acero ordinario Esto aparentemente desperdicia acero en las luces menores, pero hace posible que en una línea de producción se puedan producir todas las variedades de elementos, moviendo la posición de los separadores. **(8)**

2.3.4-Elementos que componen el sistema Sipret

- La correa

Es el elemento más complejo pues trabaja en flexión oblicua y además al estar apoyada en tres puntos, tiene momentos flectores positivos y negativos.

Se ha concebido como un elemento de eje recto, de 2.4m de longitud y una sección cuadrada de (6* 6cm). La correa apoya en la vigueta y por tanto forma un ángulo de 25 grados con la horizontal.

Está sometido al siguiente esquema de cargas.

Carga Permanente: una carga distribuida uniforme de 29kg/m

Carga Temporal: una carga puntual de 80kg en el centro de cada una de las dos luces.

Para la prueba de carga, el elemento debe ser colocado tal y como quedará en su posición definitiva, es decir, con la cara de 6cm. formando un ángulo de 25% con la horizontal. Las cargas son gravitarias, o sea perpendiculares al piso.

- La viga

Es un elemento isostático, de eje recto y sección T constante, aligerada de hormigón armado. Su función es soportar las correas y transmitir las cargas a los cerramientos que no forman parte del sistema.

Su longitud es 4.06m y la separación entre apoyos es de 3m (c/c). El resto queda como alero en voladizo.

Sus dos posibles combinaciones de carga son:

Combinación-1.

Carga Permanente: una carga distribuida uniforme de 148kg/m

Carga Temporal: dos cargas puntuales de 80kg ubicadas a una distancia 1.10m de los apoyos hacia el centro de la luz.

Combinación-2.

Carga Permanente: una carga distribuida uniforme de 148kg/m

Carga Temporal: una carga puntual de 80kg en el extremo del voladizo.

- Los materiales

Todos los elementos están fabricados con Hormigón de R¨bk=30Mpa a 28 días. El acero estructural es de A- 30. **(8)**

2.3.5-Solución en hormigón armado**.**

Si bien la solución de Hormigón Pretensado resulta ser mucho más eficiente que el resto de las soluciones, las disponibilidades del acero ALE en el mercado y el precio al que se está ofertando nos orienta utilizar solución de hormigón armado, la cual se fundamenta en el uso del sistema de moldes instalado, sin cambios importantes en la tecnología, solamente en la distribución del acero de refuerzo en los elementos, el resto de las variables permanecen constantes. **(8)**

2.3.6-Características de la producción de los elementos.

Utilización de moldes metálicos para gualderas laterales y para los cabezales de los extremos de las líneas empotrados en la cimentación. Fondo del molde de hormigón de cemento pulido.

El Tensado de los cables de forma manual e individual, con tensor mecánico, medición de la tensión por elongación.

El sistema de moldes SIPRET permite obtener en cada fundición 30metros lineales de vigas y 90metros lineales de correas, 8 fundiciones por mes son posibles de producir en condiciones de pequeños talleres. **(8)**

2.3.7-Dosificación de hormigón con Altos Volúmenes de Sustitución de CPO. **(8)**

Tabla 5. Dosificación de hormigón con Altos Volúmenes de Sustitución de CPO.

Material	**UM**	**Cantidad**
Cemento	Kg./m3	275.0
Árido fino	Kg./m3	814.0
Árido grueso(granito)	Kg./m3	918.0
Cal	Kg./m3	24.0
Puzolana (zeolita)	Kg./m3	94
Agua	Kg./m3	158
Aditivo Mapei N- 200	Kg./m3	4.80

2.3.8-Ventajas de la tecnología Sipret

La Tecnología SIPRET para la ejecución de techos con tejas TEVI, permite:

- Sustituir la madera para la construcción de techos con Teja TEVI
- Obtener elementos relativamente ligeros, capaces de ser montados de forma manual con la ayuda de dispositivos sencillos de fácil elaboración.
- Obtener elementos prefabricados adaptables a los requerimientos de los proyectos de vivienda de nueva creación ó de rehabilitación y a las exigencias de las pendientes para la teja de microconcreto (mayor a 40 %).
- Utilizar las capacidades de producción instaladas en los talleres en explotación por el sistema de la vivienda.
- Constituir fuente de nuevos empleos para los territorios.
- Producción de los elementos prefabricados de forma sencilla con personal no especializado capacitados previamente por la dirección del proyecto en la tecnología.
- Obtención en los moldes de un surtido variado de longitudes de vigas y correas.
- Mejor comportamiento de la estructura soporte de cubierta ante la acción de las cargas de viento.
- Mayor tiempo de vida útil, menor costo de mantenimiento y daños mínimos por el ataque de organismos vivos. **(8)**

2.4-Adoquines y adocretos.

2.4.1-Generalidades.

Los adoquines (del árabe ad-dukkân, "piedra escuadrada") son piedras o bloques labrados y de forma rectangular que se utilizan en la construcción de pavimentos. El material más utilizado para su producción ha sido el granito la arena y el cemento. Sus dimensiones suelen ser de 20cm. de largo por 15cm. de ancho, lo cual facilita la manipulación con una sola mano.

Su origen se remonta a hace 25 siglos. Los cartagineses y romanos los utilizaban en sus grandes vías para dotarlas de rapidez y duración. El adoquinado se utilizó de modo funcional hasta finales del siglo XIX. En tiempos de Napoleón se construyeron grandes avenidas en las ciudades, entre otras cosas para posibilitar que las grandes piezas de artillería circularan por las calles. Más adelante los franceses construyeron las carreteras de pavés. La aparición del automóvil hizo crecer el ritmo de pavimentación y el adoquinado dejó de ser rentable.

Hoy se utilizan los adoquinados con motivos estéticos y todavía muchos de los antiguos se encuentran en servicio y en buen estado, prueba de la gran robustez de este sistema. Asimismo, se han desarrollado adoquines de hormigón, los cuales se utilizan de manera similar a los antiguos adoquines de piedra y dan origen a lo que se denomina pavimentos articulados. A veces, a los adoquinados modernos se les añaden colorantes buscando un mejor resultado estético. **(9)**

2.4.2-Características y clasificación de los adocretos. **(10)**

Son piezas o elementos de hormigón hidráulico que si se fabrican industrialmente (mediante prensado) en máquinas Bloqueras–Adoquineras, que pueden llegar a alcanzar entre 20–25 MPa (200–250 kg/cm^2) de resistencia a compresión.

Pueden poseer variadas formas y dimensiones y se pueden clasificar en tres grandes grupos:

1. Piezas sin trabazón (simples). Generalmente paralelepípedos rectangulares y también en forma de I (ver Figura. 9).
2. Piezas con trabazón horizontal. De varias formas y dimensiones (ver Figura 10.)
3. Piezas con trabazón horizontal y vertical (intertrabadas) (Ver Planta y secciones en La figura 11) Es la aconsejable para su empleo como pavimentos con tráfico muy pesado, pues así se garantiza su trabajo en conjunto, lo que aporta una mayor resistencia ante las cargas del tránsito.

Estas pueden tener las dimensiones siguientes:

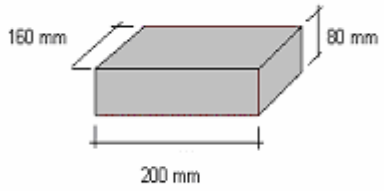


Figura 9.

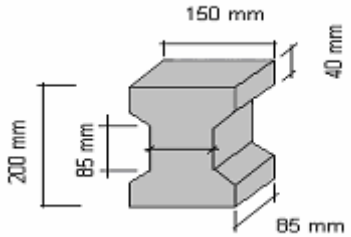
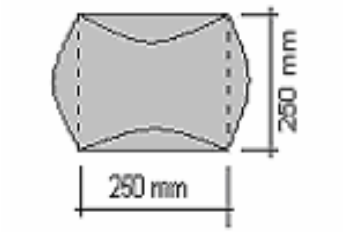


Figura. 10



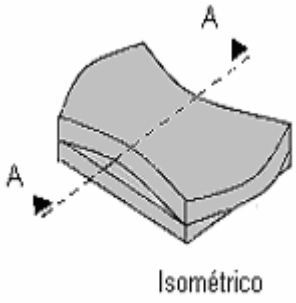


Figura 11

2.4.3-Construcción de las juntas entre los adocretos:

Generalmente se empleará arena fina para esparcir sobre los adocretos colocados y compactados y rellenar sus juntas con la misma

La arena fina debe poseer la granulometría siguiente:

Tabla 6: Granulometría de la arena fina a esparcir sobre los Adocretos para rellenar las juntas **(10)**

Tamiz	3/8	N^{ro}4	N^{ro}8	N^{ro}16	N^{ro}30	N^{ro}50	N^{ro}100
% pasa	100	95 - 100	95 -100	90 -100	80 - 100	20 - 50	0 - 15

2.4.4-Consumo de materiales.

Considerando piezas de adocretos cuadradas, como las de la figura 11. Del tipo íntertrabadas con área 0.25 x 0.25m, se emplearán 16 piezas por cada metro cuadrado de superficie, lo que implica según los espesores más usuales un consumo de materiales siguientes:

Tabla 7: Consumo de materiales por piezas (Adocretos) [10]

Dimensiones del Adocreto	Volumen (m^3)	Cemento Pórtland (sacos)	Arena (m^3)	Gravilla (m^3)
0.25. 0.25. 0.06	0.00375	0.0266	0.0018	0.00315
0.25. 0.25. 0.08	0.00500	0.0355	0.0024	0.00420
0.25. 0.25. 0.10	0.00625	0.0443	0.0030	0.00525
0.25. 0.25. 0.12	0.00750	0.0532	0.0036	0.00630

2.4.5-Definir el espesor de las piezas o adocretos.

Se definirá según la categoría del tránsito efectuada, adoptándose los espesores siguientes según la tabla 8:

Tabla 8: Espesor del Adocreto: [10]

Categoría del tránsito	Espesor (mm) de los Adocretos
A (Ligero)	60
B (Mediano)	80
C (Pesado-Muy Pesado)	100 - 120

El espesor total de la capa de superficie será el obtenido al sumar el de los adocretos con el de la capada asiento de arena gruesa (entre 2 y 4cm). [10]

2.4.6-Maquinarias y equipos utilizados.

Los pavimentos de Adocretos tienen como característica fundamental que para su ejecución no emplea maquinaria especializada. A continuación se hará referencia a lo equipos, maquinarias y utensilios de construcción que se utilizan, para la ejecución de la pavimentación con esta tecnología sustentable:

1. Moldeadora hidráulica (Máquina Bloquera-Adoquinera)
2. Hormigoneras basculantes
3. Camiones o Rastras Plataformas.
4. Máquinas de movimiento de tierra para construcción de súbase y base
5. Carretillas o vagones.
6. Zarandas.
7. Escobillones.
8. Niveles.

9. Molino de Bolas (si se emplea el Cemento CP-40 en la producción de los adocretos) [(10)]

2.4.7-Ventajas de la tecnología de pavimentación con adocretos.

- Los adocretos son piezas prefabricadas que se producen con un equipo sencillo (una máquina bloqueadora–adoquinera) que tiene un precio asequible, que no se precisa un gran capital para producirlos, si se compara con las Plantas de Hormigón o Plantas de Asfalto usadas en la producción de hormigón hidráulico y asfáltico respectivamente, necesarios para construir pavimento rígidos y flexibles.
- Los adocretos se llevan o se producen en la obra ya terminados, por lo que se puede abrir al servicio del tránsito al momento que concluya su colocación.
- No requiere de grandes gastos para su colocación en obra, solamente es necesario una cuadrilla de hombres prácticos en la tarea, usando con utensilios de trabajo sencillos.
- En caso de efectuar la reparación de servicios públicos (agua potable, alcantarillado, etc.), se hace un corte extrayendo los adoquines necesarios y los que se pueden reutilizar colocándolos en el mismo lugar una vez terminados los trabajos. La apertura al tránsito es rápida, por lo que se ahorra dinero y molestias a los usuarios. [(10)]

2.4.8-Campo de aplicación.

Las principales áreas de utilización de esta tecnología son:

Para pavimentar calles o vías urbanas en barrios en zonas suburbanas y rurales, en las nuevas urbanizaciones que se acometen en numerosas ciudades, en la reconstrucción de pavimentos en calles y plazas de los centros históricos de ciudades; zonas de estacionamiento y accesos a hoteles; en parqueos y patios de fábricas y otros lugares similares. También para construir parqueos en zonas comerciales, portuarias, turísticas, etc.; calles o vías rurales; zonas de estacionamiento de aviones en los aeropuertos; plazas en sitios históricos; etc. [(10)]

2.4.9-Adocreto (producido en Villa Clara)

El adocreto es producido por la máquina Vibracompactadora.

La máquina vibracompactadora puede producir hasta 3000 unidades por día de adocreto que cubren unos 70m^2 de pavimento. (Ver Figura 12)

Figura 12.

Las materias primas que se emplean para su producción son:

Árido grueso (granito)

Árido fino (arena artificial)

Cemento P-350

Agua.

Los moldes del adocreto permiten obtener una cantidad de seis adocretos por cada molde. (Ver Figura 13)

Figura 13.

2.5- Celosía.

La masa de la celosía es de 10.5kg, presenta unas dimensiones de largo 370mm, ancho 168~170mm y espesor 30mm. (Ver Figura 14.)

La celosía es producida por la máquina Vibrocompactadora

Las materias primas que se emplean para su producción son:

Árido grueso (granito)

Árido fino (arena artificial)

Cemento P-350

Agua.

Figura 14.

Los moldes de la celosía permiten obtener una cantidad de dos celosías por cada molde. (Ver Figura 15)

Figura 15.

2.6-Cemento CP-40

2.6.1-Generalidades y características**.**

EL CP-40 es un aglomerante hidráulico. Producido a partir de mezclar íntimamente y moler hasta fino polvo una combinación de hidrato de cal y puzolana, con una proporción promedio de 80% de puzolanas y 20% de cal. Este aglomerante alcanza baja resistencia mecánica, y su fraguado es más lento que el del cemento Pórtland .Dada sus características, puede ser considerado como un cemento para aplicaciones de albañilería. **(11)**

- El aglomerante se puede usar en:

Morteros de albañilería.

Estabilización de suelo en bloques pretensazos.

Producción de prefabricados ligeros de hormigón de pequeño formato.

Elaboración de hormigón masivo de baja resistencia.

La mezcla y el molido de las materias primas se realizan en un molino de bolas de operación continua y carga manual, el MB-600, que homogeneiza y tritura el material hasta convertirlo en un polvo fino. **(11)**

3-Máquinas de producción a tratar y su descripción.

Se han diseñado y producido un conjunto de máquinas, las que unidas a otros equipos accesorios de la producción de materiales llegan a conformar un conjunto productivo a modo de una pequeña industria; estas máquinas son la vibrocompactadora para bloques huecos de hormigón con su juego de moldes para cinco productos; el molino de bolas en sus dos modelos (MB-600 y MB-800) y el sistema de vigas SIPRET para dos productos. Estas máquinas se unen a otras como la mesa vibratoria para producir tejas de microconcreto; la hormigonera; el sistema de riego por aspersión y útiles y herramientas de la construcción.

3.1-Vibrocompactadora para bloques huecos de hormigón con su juego de moldes para cinco productos.

3.1.1-Generalidades

En el año 1999 en Cuba surgen las primeras seis máquinas destinadas a la producción de ecomateriales, específicamente para bloques huecos de hormigón, siendo nombrada entonces como Vibracom (Vibro Compactadota).

En los años posteriores continuó la producción de estas máquinas, las cuales fueron destinadas tanto para la producción en el país como para ser exportadas, y en la actualidad se han producido ya un total de 50 de ellas.

3.1.2-Características de la máquina Vibrocompactadora (Esquemas de sus partes y descripción)

La máquina Vibracom VIB – 002 es un equipo especialmente diseñado para la fabricación de elementos ligeros de hormigón de diferentes dimensiones y formas. Se suministran básicamente moldes para la producción de bloques normalizados de 20cm de alto x 40cm de largo, además de10cm y 15cm de ancho, aunque a solicitud expresa de los clientes se pueden suministrar moldes para la fabricación de otros elementos.

Los moldes intercambiables pueden ser removidos de forma sencilla, por lo que la máquina VIB – 002 resulta un equipo versátil de amplias posibilidades. Se recomienda especialmente para su uso con mezclas con altos por cientos de sustitución de cemento Pórtland por materiales puzolánicos, logrando gran calidad y terminación de los elementos producidos.

La máquina consta de un chasis metálico sobre el cual va montada una mesa vibradora accionada por un motor de 220 voltios de corriente alterna trifásica. El peso total del equipo es de 900kg. **(12)**

Las partes fundamentales del equipo son las siguientes (Figura. 16):

1. Estructura.
2. Sistema de palancas de accionamiento.
3. Mesa vibradora con sus dos vibradores.
4. Motor eléctrico, pizarra de control y dispositivo automático de control de vibrado.

5. Molde y compactador/ botador del bloque.
6. Carro alimentador del hormigón.

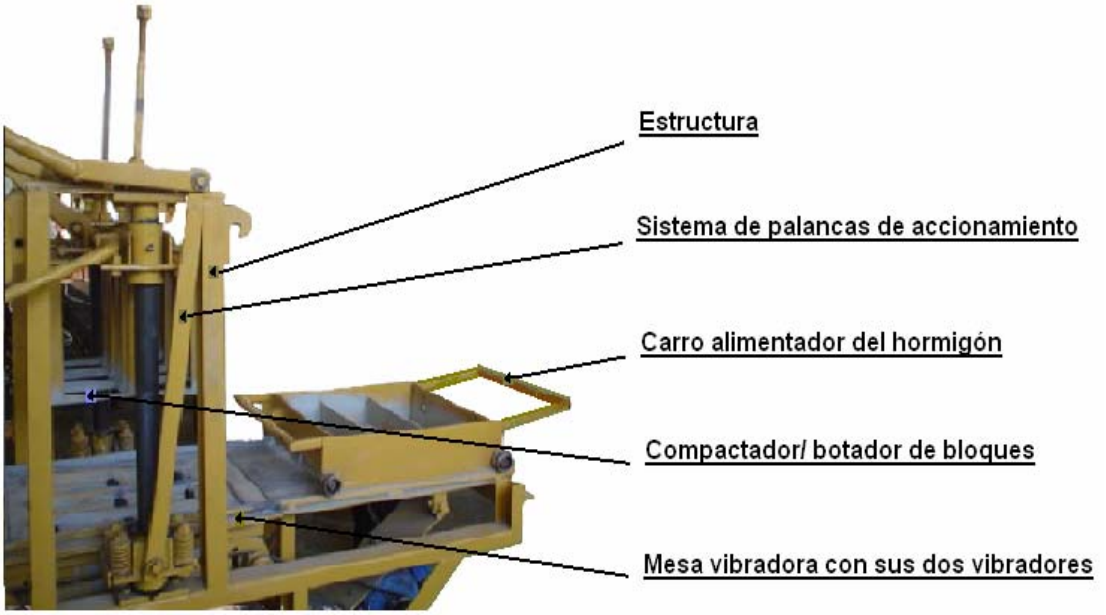


Figura 16 Partes del equipo

Sistemas de palancas: Permiten el funcionamiento del equipo para la elaboración de los elementos, facilitando el movimiento del compactador en su descenso en el instante que debe ser colocado sobre el molde así como al ser retirado en el momento de concluir su función. [(13)]

Moldes: Objeto que permite dar la forma deseada a cualquier elemento, en este caso a bloques de hormigón. Están constituidos por un gran número de elementos unidos mediante soldadura. [(13)]

Existen varios tipos de moldes para la producción de bloques, se trabaja con el deseado y este podrá ser sustituido por uno similar. Su variación depende del tipo de elemento a producir, ya sean bloques de 100x200x400mm (10cm) y de 150x200x400mm (20cm), de acuerdo con las necesidades del cliente. Para bloques de 10cm (Figura 17.) los elementos que proporciona el molde son cuatro y en el caso de los de 15cm (Figura 18.) están conformados por solo tres. Sus características están dadas en la tabla 9.

Tabla 9 Características de los Moldes [13]

Tipo	Dimensiones
Para bloques de 10cm (Fig. 1)	47,5cm ancho 55,0cm largo
Para bloques de 15cm (Fig. 2)	38,75cm ancho 55,0cm largo

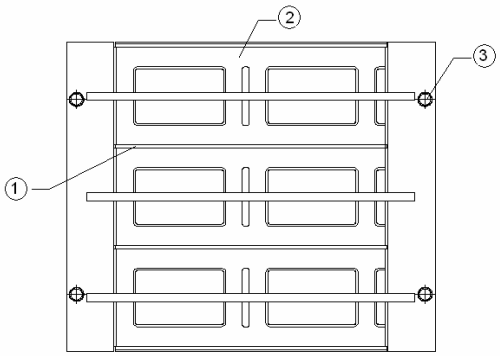


Figura 17.

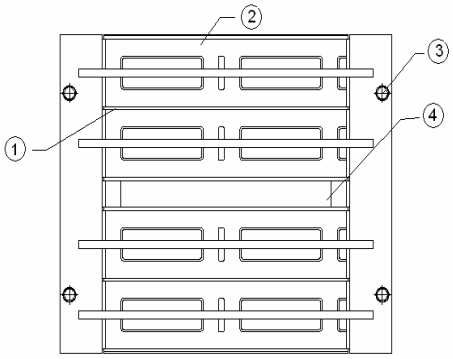


Figura 18

1 y 4 Láminas separadoras de elementos (bloques).

2 Molde de un elemento.

3 Fijaciones.

Mesa vibradora: Constituye una de las partes más importantes de la máquina y está situada sobre el cajón. Permite la vibración por la acción del eje excéntrico que se encuentra situado en su parte inferior. En el centro va colocado el molde que es el encargado de la conformación del producto. Posee además ocho resortes ubicados simétricamente a ambos laterales y entre ellos está situado el vástago que es el que permite el movimiento del mortero o compactador tanto para desarrollar su función como para ser retirado en el momento que esta concluya. [13]

Compactador/ botador de bloque: Objeto que permite la compactación del producto. Es regulado por las guías que son las que determinan la compactación porque al no ser bien regulado el compactador, puede sufrir deterioros los bloques elaborados. (Figura 19) [13]

Figura 19. Compactador

Carro alimentador: Es el transportador de la mezcla desde la sobremesa hasta el molde. Posee tres divisiones que permiten lograr una mayor uniformidad en la mezcla y el rodamiento lo garantizan cuatro ruedas que lleva en su parte inferior. (Figura.) [(13)]

Figura 20. Carro alimentador de la mezcla de hormigón

Chucho límite: Interruptor eléctrico que garantiza el arranque y parada para la fabricación más cómoda de los bloques y que deberá ser protegido especialmente contra golpes y mala manipulación durante la puesta en marcha y entrenamiento de los nuevos productores. [(13)] (Figura 21)

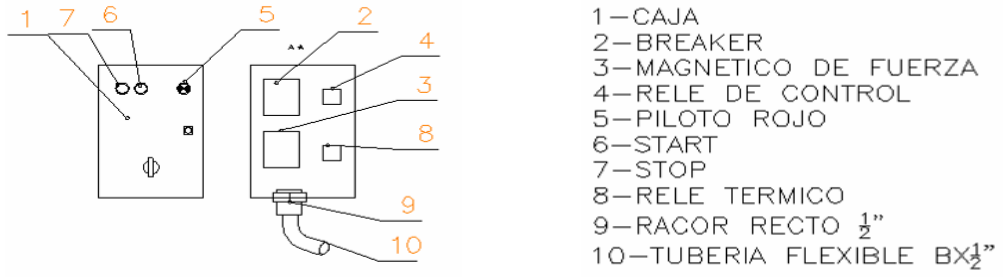


Figura 21 Representación de las partes del chucho límite

Motor: Motor eléctrico de altas revoluciones capaz de brindar la energía suficiente para un correcto vibrado del hormigón, con lo que se puede lograr elementos con aristas muy bien definidas. La potencia es de 2.2 KW y servicio eléctrico trifásico. **(13)**

3.1.3-Sistema eléctrico de la máquina

Este sistema está destinado a la protección y mando de la máquina. Está concebido para el arranque y parada semiautomático del motor a través del límite interruptor, lo que permite una mayor agilidad de los operarios y alcanzar la productividad proyectada para la jornada de trabajo. (Figura 22)

- ✓ Principio de funcionamiento

Para la puesta en funcionamiento del equipo se debe presionar en el guarda motor la posición “on” o encendido, lo que conecta el motor y comienza la operación de vibrado de la mezcla. De acuerdo con la posición variable del interruptor límite, se logra que al accionar la palanca de elevación de la mesa vibradora, la misma accione el interruptor y se pare el motor en ese momento, logrando la salida suave del bloque del molde que lo conforma. Una vez que la mesa regresa a su posición inicial, se libera el límite, comienza a trabajar el motor y se repite el proceso.

- ✓ Montaje

El montaje preliminar del circuito o sea de interconexión de los elementos guarda motor y bobina magnética, se realizará en la fábrica en la caja especialmente adquirida o fabricada para esto. Por razones de seguridad se recomienda no instalar esta caja directamente sobre el chasis de la máquina debiendo preverse en el lugar de montaje definitivo del equipo una posición para la ubicación de esta

caja y la compra de los cables eléctricos que van de esta al motor. El límite deberá asegurarse para una contratuerca en su posición de trabajo lo que debe evitar que los clientes lo muevan de su lugar de montaje. Además, debe preverse que el mismo ya lleve los cables de control guía o de protección.

Esta parte eléctrica deberá ser especialmente protegida para el envío a los clientes, la caja con el sistema de encendido y protección se fijará de forma segura al chasis y se protegerá con nylon al igual que el motor y el límite instalador. [13]

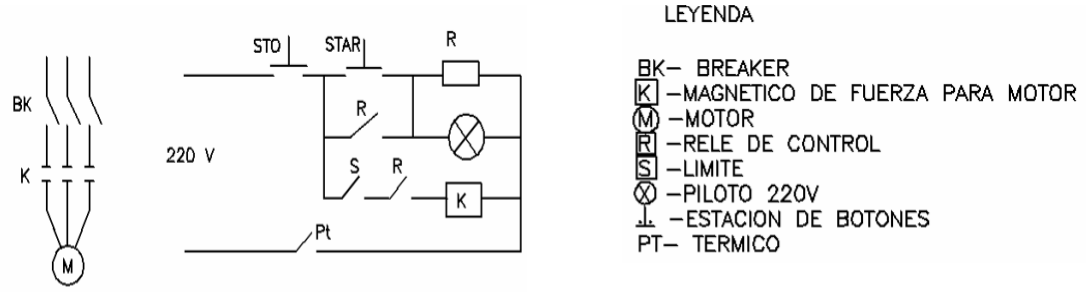


Figura 22. Esquema eléctrico

3.1.4-Palets de madera

Objeto de madera diseñado a requerimiento del cliente con la finalidad de colocar productos sobre ellos. En este caso, realiza la función de portar los bloques de hormigón después de ser producidos hasta el área de curado. (Figura 23). Este requiere de una limpieza adecuada para lograr que las dimensiones del bloque sean estables y que se mejore su durabilidad. Se recomienda usar un producto separador que evite la adherencia de la mezcla y facilite la operación de limpieza. [13]

Especificaciones de los índices de calidad:

Los índices de calidad de los Palets de madera. Tabla 10. [13]

Índices de calidad	**Especificación**
Falsa escuadra	Menos de 2mm
Dimensiones con desviaciones no permisibles	± 0.5mm

Todos deben poseer las mismas características. Su espesor tiene que ser constante, y es recomendable primeramente realizar una muestra y los restantes del grupo tienen que ser exactamente iguales a ésta. La separación entre los apoyos tiene que ser fijada por la distancia que exista entre las barras de la máquina, lo que garantiza que el palets sea apropiado. **(13)**

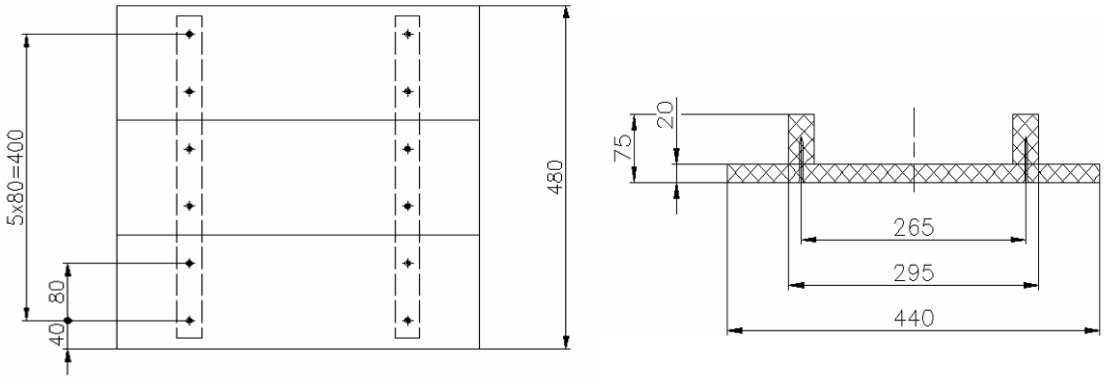


Figura 23 Palets de madera

3.2-Mesa vibratoria para la producción de tejas de microconcreto.

3.2.1-Generalidades y características de la mesa vibratoria de microconcreto.

La máquina consta de un chasis metálico sobre el cual va montada una placa vibradora accionada por un motor de 12 voltios, de corriente directa (DC). Puede ser accionada con una batería de automóvil (12 voltios) o desde la red eléctrica con un transformador de corriente alterna a directa (AC/DC), de 10 a 15 amperios, y 110-120 voltios. **(14)**

La mesa donde se coloca la máquina vibradora debe medir aproximadamente de 1.10 x 0.60m (la altura dependerá de la persona que la utilice), lo cual garantiza una buena manipulación **(14)**

La mesa vibratoria es un equipo que se usa el la producción de tejas de concreto, cumbrera, bovedilla, botaguas, etc.

3.2.2-Elaboración de las tejas de concreto con la mesa vibratoria (figura 24.)

Se mezcla cemento Pórtland, agua y arena.

La mezcla se vierte sobre la mesa vibratoria.

La mezcla se extiende sobre la mezcla vibratoria.

Figura 24. Mesa vibratoria

La mesa dispone de tres marcos intercambiables que posibilitan la producción de las tejas, los botaguas y los caballetes o cumbreras.

La mezcla vibrada se coloca en el molde de plástico.

La mezcla se cura durante 24 horas en le molde.

Se desmolda y se cura durante 7 días en piscinas o al vapor.

Luego de un curado de 21 días a la sombra, está lista para ser usada. [(5)]

3.3-Molino de bolas en sus dos modelos (MB-600 y MB-800)

3.3.1-Generalidades y características del Molino de bolas en sus dos modelos MB-600.

El molino de bolas MB-600 se utiliza para la producción de cemento CP-40 o de adición puzolánica para la sustitución de cemento Pórtland ordinario, en la producción de bloques, adoquines y productos similares. Su empleo permite disminuir de un 20% a un 30% de cemento industrial en la producción de bloques.

Es un molino metálico de eje horizontal, que es girado por la acción de un motor de 220v trifásico, con potencia de 2.1-2.3kw, en dependencia del sistema de transmisión seleccionado.

El molino es capaz de convertir hasta un polvo muy fino los componentes del cemento. Este proceso se hace de forma discontinua, por lo que el llenado y vaciado del tambor se debe de hacer varias veces en una jornada, hasta completar la producción diaria.

Capacidad de producción de 0.6 a 1.0 ton/días.

Materia prima: puzolana natural o artificial

3.3.2-Molino de bolas MB-800. Datos técnicos generales. **(15)**

-Diámetro interior del tambor giratorio: 800mm

-Longitud del tambor giratorio: 800mm

-Carga de bolas suministrada: 560Kg

-Volumen del tambor: Vt = 0.402m^3

- volumen de molida: 0.5 x volumen total= 0.201m3

-Se estiman 6 batches/día

-producción por batches = (0.5* 0.17)*6= 0.51m3/jornada de trabajo

- tiempo de molida: 30min (estimado)

Tabla 11. **(17)**

Coeficiente de carga de bola del tambor	**Volumen del tambor**	**Volumen de carga de bolas**
0.35	0.402	0.1407
0.3	0.402	0.1206
0.25	0.402	0.1005

Masa de la carga de bolas: Mcb = Vcb * δ

Donde: δ = 4.63 t/m^3

Mcb = 0.655 ton (máximo)

0.555 ton (medio)

0.463 ton (mínimo)

3.3.3-Molino de bolas MB-600. Datos técnicos generales. **(15)**

-Diámetro interior del tambor giratorio: 600mm

-Longitud del tambor giratorio: 600mm

-Carga de bolas suministrada: 333Kg

-Volumen del tambor: Vt = 0.17m^3

- volumen de molida: 0.5 x volumen total= 0.085m3

Se estiman 6 batches/día

-producción por batches = (0.5* 0.17)*6= 0.51m^3/jornada de trabajo

- tiempo de molida: 50min

Tabla 12. Resumen [15]

Parámetro	**MB 600**	**MB 800**
Volumen total del tambor	0.17m^3 / 170lts	0.402m^3 / 402lts
Carga de bolas	333kgs (total suministrado)	555kgs (carga de trabajo)
Producción estimada	60 kg/jor	150 kg/jor
Precio comercial	$ 6500	$ 8500

Figura 25. Molino MB-600

Figura 26. Molino MB-600

3.4-Sistema de riego por aspersión.

El sistema de riego previsto en los talleres de ecomateriales está destinado al curado de los bloques huecos de hormigón para con este garantizar el curado de estos elementos.

- Disponer de una fuente de agua limpia, sin materia orgánica en suspensión, esto es para que se pueda regar sin que se tupan los aspersores. el agua puede ser un pozo o una cisterna.

- Definir el equipo de bombeo, para el caso mas crítico que fuera un pozo en que hay que extraer el agua unos 5-7metros de profundidad, se requiere una electrobomba de 110 o 220volts esto lo define el suministro de voltaje que tenga el comprador; potencia de 1.5-2.0Kw; Profundidad de subsión 8metros, altura des descarga 20metros (esto es requerido para garantizar que no menos de 20 aspersores puedan garantizar un riego a presión en una parte del área de riego) más datos capacidad de descarga 1litro por segundo, diámetro de subsión 1"a 1 1/4".. diámetro de descarga1" a 1 1/2"; con esto se compra una electrobomba, que debe costar unos 150-200 CUC en nuestro mercado.
- 100metros de manguera de polietileno o polipropileno o manguera resistente a la presión de la electrobomba, debe ser se 3/4" que la considero suficiente, o si no puede ser de 1".
- 150metros de alambre de 3mm para subcolgar la manguera.
- 50 micro aspersores.
- Un filtro para la línea de manguera para garantizar que no pase materias que tupan los aspersores.
- 6 T de tubería plástica con sus acoples para unirlas a la manguera, este suministro es normal y cotidiano.Ojo al diámetro de la manguera comprada.
- 4-6 codos plásticos con sus acoples a manguera al diámetro.
- 4 Válvulas o llaves de paso plásticas al diámetro.
- Un rollo de cinta teflón.
- Ojo si el suministro es un pozo, se debe concebir la tubería de subsión, el cheque de la tubería, su diámetro debe ser consecuente con el diámetro de subsión de la electrobomba.
- Si el diámetro de descarga de le electrobomba es diferente a 3/4" se requiere el bushing o reducido.
- Se debe pensar en la pizarra eléctrica que debe llevar la conexión de electrobomba a la red de servicio eléctrico, esto implica un breaker del amperaje de la electrobomba, y lo que defina el electricista instalador para tener protegida la electrobomba. **(16)**

3.5-Hormigonera y herramientas que facilitan los trabajos a realizar.

Para el proceso de producción de los elementos es necesario contar con determinados equipos y herramientas que facilitan los trabajos a realizar, entre ellos están la hormigonera, vagones, palas, cubos y de ser posible una báscula.

A continuación se muestran algunos de estos equipos, los cuales deben cumplir las especificaciones necesarias en cuanto a capacidad para garantizar la producción de manera efectiva.

1 - Hormigonera móvil de tambor basculante y de eje inclinado:

Capacidad total del tambor: 312litros

Capacidad de mezcla (aproximada): 275litros

Potencia motor eléctrico 220 V: 1,50hp - 1,10kw

Peso (aproximado) con motor eléctrico: 220kg

2 - Las demás herramientas de trabajo, como los cubos para realizar la medición de los áridos, deben poseer una capacidad de doce litros.

3 - Los vagones deben poseer las siguientes características:

Capacidad nominal: 75litros

Capacidad efectiva: 80 %

Capacidad real: 60litros (0,06m3)

4-Otros útiles y herramientas necesarias (palas, cubetas para agua, guataca, manguera para curado, etc.) [(13)]

4-Conclusiones parciales

- En este capítulo se ha realizado un estudio bibliográfico sobre los ecomateriales así como de la maquinaria utilizada para su producción valorando la experiencia en Cuba y en otros países.

Capítulo 2

En el presente capítulo se realiza una serie de ensayos a los ecomateriales (bloques hueco de hormigón 15cm y Tejas de Microconcreto) para verificar la calidad de los productos elaborados en los talleres con las materias primas locales. Los ensayos a realizar consisten en obtener la resistencia a compresión de los bloques, masa, dimensiones y absorción y en las tejas la resistencia a flexión y dimensiones, todo ello para ser comparado con las normas cubanas o exigencias de calidad de los ecomateriales.

5-Características de las materias primas.

5.1-Las cualidades que deben presentar los áridos para la realización de los ecomateriales son las siguientes:

- Ser homogéneos, compactos y de granulometría uniforme.
- No tener grietas, coqueras, restos orgánicos y otros, lo que se aprecia fácilmente por el sonido claro al golpearlos con el martillo.
- No deben alterarse por agentes atmosféricos ni tener pérdidas de resistencia a la compresión.
- Ser resistente al fuego.
- Poder lavarse fácilmente.

Árido grueso: Árido que posee partículas de un tamaño superior a 4.76mm.Para bloques huecos de hormigón utilizaremos como árido grueso el granito 5-10mm de la cantera el Purio

Árido fino: Árido que posee partículas de un tamaño desde 0.149mm hasta 4.76mm. El árido fino puede estar definido como arena natural beneficiada (cernida y lavada), arena de roca triturada y polvo de piedra.

Arena de roca triturada o artificial: Arena procedente de la trituración de la roca.

Arena beneficiada: Arena resultante de la clasificación, el lavado y separación de los tamaños por debajo de4.76mm y por encima de 0.149mm de la arena natural.

Polvo de piedra: Procedente de la trituración de la roca.

5.2-Las cualidades que deben presentar el cemento Pórtland para la realización de los ecomateriales son las siguientes:

El Cemento Pórtland se puede definir como un producto artificial de color gris, resultante de calcinar hasta un principio de fusión, mezclas proporcionadas de calizas y arcillas con lo que se obtiene un cuerpo llamado clinker, constituido por silicatos y aluminatos anhidros, el cual se pulveriza con un 3% de yeso para retardar su fraguado y se obtiene el producto terminado.

El Cemento Pórtland se envasa en bolsas o sacos de papel de 42,5kg, debe estar alejado de la humedad y debe utilizarse en un tiempo prudencial pues puede absorber la humedad de la atmósfera, endureciéndose y perdiendo sus propiedades. (13)

5.3-Ensayos que se deben realizar a las materias primas:

- Granulometría, según lo establecido en la NC-178; 2002. Árido.

Análisis Granulométrico.

- Terrones de Arcilla, según lo establecido en la NC-179; 2002. Árido.
- Determinación del contenido de impurezas Orgánicas, según NC-185-2002.
- Determinación de las impurezas Orgánicas. Método de ensayo. Ensayo Tamiz # 200 según NC-182:2002. Áridos.
- Determinación del material más fino que el Tamiz 0.0074mm. (#200). Método de ensayo.
- Peso especifico según NC-186:2002. Arena. Peso específico y absorción de agua. Método de ensayo.

5.4- Cálculo de volúmenes de materiales

Para lograr una producción ininterrumpida en los talleres de ecomateriales es necesario conocer la cantidad de materiales a utilizar y ello depende del consumo diario de la producción.

Dosificaciones.

Fecha: 26 de marzo del 2008.

Para el bloque de 15cm

- Dosificación I

Granito -0.060m^3 (5cubos)

Arena beneficiada-0.036m^3 (3cubos)

Cemento P-350 13.96kg (1cubo)

Agua-8litros

Número de bloques-10

- Dosificación II

Granito -0.060m^3 (5cubos)

Arena artificial-0.036m^3 (3cubos)

Cemento P-350-13.96kg (1cubo)

Agua-8litros

Número de bloques-10

- Dosificación III

Granito -0.060m^3 (5cubos)

Polvo de piedra-0.036m^3 (3cubos)

Cemento P-350-13.96kg (1cubo)

Agua-8litros

Número de bloques-10

Fecha: 22 de abril del 2008.

El bloque de 15cm con disminución del cemento Pórtland ordinario.

- Dosificación IV

Granito -0.060m^3 (5cubos)

Arena artificial-0.036m^3 (3cubos)

Cemento P-350-10kg

Cemento CP-40-4kg

Agua-8litros

Número de bloques-10

- Dosificación V

Granito -0.060m^3 (5cubos)

Polvo de piedra-0.036m^3 (3cubos)

Cemento P-350-10kg

Cemento CP-40-4kg

Agua-8litros

Número de bloques-10

- Dosificación VI

Granito -0.060m^3 (5cubos)

Arena beneficiada-0.036m^3 (3cubos)

Cemento P-350-10kg

Cemento CP-40-4kg

Agua-8litros

Número de bloques-10

Fecha: 22 de abril del 2008.

El bloque de 15cm con disminución del cemento Pórtland ordinario.

- Dosificación VII

Granito -0.060m^3 (5cubos)

Arena artificial-0.036m^3 (3cubos)

Cemento P-350-12kg

Cemento CP-40-4kg

Agua-8litros

Número de bloques-10

- Dosificación VIII

Granito-0.060m^3 (5cubos)

Polvo de piedra-0.036m^3 (3cubos)

Cemento P-350-12kg

Cemento CP-40-4kg

Agua-8litros

Número de bloques-10

- Dosificación IX

Granito -0.060m^3 (5cubos)

Arena beneficiada-0.036m^3 (3cubos)

Cemento P-350-12kg

Cemento CP-40-4kg

Agua-8litros

Número de bloques-10

Fecha: 17 de abril del 2008.

Para las tejas de microconcreto.

- Dosificación-1

Arena artificial-0.024m^3 (2cubos)

Cemento P-350-13.96kg (1cubo)

Agua-8litros

Número de tejas-20

Índices de consumo

- Para bloques huecos de hormigón de 15cm sin reducción del cemento Pórtland ordinario.

Para el árido fino

$$Indconsumo = \frac{Volumen}{\#bloques} = \frac{0.036m^3}{10bloques} = 0.0036m^3/bloques$$

Para el árido grueso (granito)

$$Indconsumo = \frac{Volumen}{\#bloques} = \frac{0.06m^3}{10bloques} = 0.006m^3/bloques$$

Para el cemento P-350

$$Indconsumo = \frac{Volumen}{\#bloques} = \frac{13.96kg}{10bloques} = 1.396kg/bloques$$

Para el agua

$$Indconsumo = \frac{Volumen}{\#bloques} = \frac{0.008m^3}{10bloques} = 0.0008m^3/bloques$$

- Para bloques huecos de hormigón de 15cm con reducción del cemento Pórtland ordinario.

Para el árido fino, árido grueso y el agua los índices de consumo son los mismos.

Para el cemento P-350

$$Indconsumo = \frac{Volumen}{\#bloques} = \frac{10kg}{10bloques} = 1kg/bloques$$

Para el cemento CP-40

$$Indconsumo = \frac{Volumen}{\#bloques} = \frac{4kg}{10bloques} = 0.4kg/bloques$$

- Para bloques huecos de hormigón de 15cm con reducción del cemento Pórtland ordinario.

Para el árido fino, árido grueso y el agua los índices de consumo son los mismos.

Para el cemento P-350

$$Indconsumo = \frac{Volumen}{\#bloques} = \frac{12kg}{10bloques} = 1.2kg/bloques$$

Para el cemento CP-40

$$Indconsumo = \frac{Volumen}{\#bloques} = \frac{4kg}{10bloques} = 0.4kg/bloques$$

Para las tejas de microconcreto.

Para el árido fino (arena artificial)

$$Indconsumo = \frac{Volumen}{\#tejas} = \frac{0.024m^3}{20tejas} = 0.0012m^3/tejas$$

Para el cemento P-350

$$Indconsumo = \frac{Volumen}{\#tejas} = \frac{13.96kg}{20tejas} = 0.698kg/tejas$$

Para el agua

$$Indconsumo = \frac{Volumen}{\#tejas} = \frac{0.008m^3}{20tejas} = 0.0004m^3/tejas$$

6-Ensayos realizados a bloques huecos de hormigón.

6.1-Ensayo de dimensiones para los bloques.

6.1.1-Valores medios de dimensiones.

Estos valores se obtienen al promediar las mediciones realizadas al bloque según la tabla 13 definida según la NC-247

Tabla 13: Medios de dimensiones. (3)

Dimensiones.	**Procedimiento de medición.**
Longitud	4 mediciones en las cabezas.
Anchura	6 mediciones en 3 puntos por la cara superior y 3 puntos por la cara inferior.
Altura	6 mediciones en 3 puntos en cada lateral.
Grosor de las paredes en la parte superior y en la base del bloque.	Se harán las mediciones en los puntos medios de cada tramo de pared correspondiente a un hueco para ambos lados en la parte superior o en la base del bloque según sea el caso.

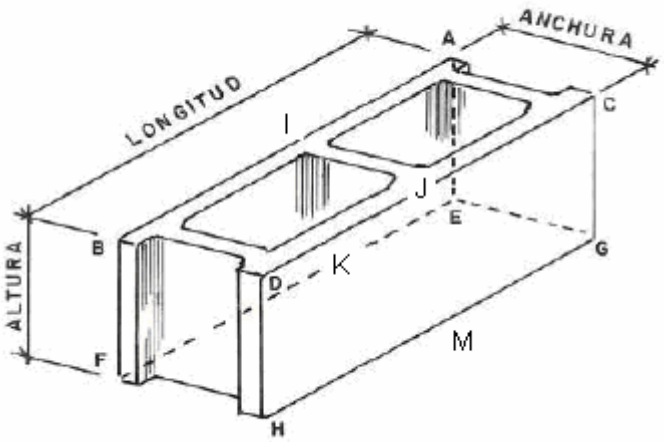
6.1.2Dimensiones y tolerancias

Tabla 14: Dimensiones y tolerancias. (3)

Dimensiones	**Nominales (mm)**	**de fabricación (mm)**
Anchura	150	145
Altura	200	195
Longitud	400	395

Cuando el bloque es utilizado en paredes que serán revestidas se admiten tolerancias adicionales un su tamaño de fabricación. Para bloques a revestir. En ancho, largo y alto igual a ± 3mm.

Espesor: El espesor efectivo de las paredes y tabiques de los bloques no podrá ser inferior a 20mm en ningún punto de los mismos, incluso en las paredes cizalladas.



6.1.3-Expresión de los resultados.

La dimensión promedio (X) y su desviación típica (Sx) [17]

$$X = \frac{\sum_{i=1}^{n} xi}{n} \text{ (mm)}$$

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (Xi - X)^2}{n}} \text{ (mm)}$$

Tabla 15: Longitud de los bloques huecos de hormigón de 400*200150mm.

bloques	Longitud (mm)				promedio	Cumple NC-247	desviación típicas (mm)
	C-D	G-H	A-B	E-F			
I-1	385	385	385	385	385	no	
I-2	390	390	380	380	385	no	
I-3	385	385	385	385	385	no	
I-4	390	390	385	385	387,5	no	
I-5	390	390	390	390	390	no	
I-6	385	385	385	385	385	no	
promedio x(mm)					**386,20**	**no**	**1,91**
II-1	390	390	390	385	388,75	no	**1,75**
II-2	390	390	390	390	390	no	
II-3	390	390	390	390	390	no	
II-4	380	385	390	390	386,25	no	
II-5	390	390	390	390	390	no	

II-6	385	385	385	390	386,25	no	
promedio x(mm)					**388,5**	**no**	
III-1	385	385	390	390	387,5	no	
III-2	387	390	387	390	388,5	no	
III-3	390	390	390	390	390	no	
III-4	390	390	390	390	390	no	
III-5	385	390	390	390	388,75	no	
III-6	390	390	390	390	390	no	
promedio x(mm)					**389,10**	**no**	**0,91**
IV-1	390	390	390	390	390	no	
IV-2	385	385	390	390	387,5	no	
IV-3	390	390	390	390	390	no	
IV-4	390	390	390	390	390	no	
IV-5	390	390	390	390	390	no	
IV-6	390	390	390	390	390	no	
promedio x(mm)					**389,58**	**no**	**0,88**
V-1	386	386	387	387	386,5	no	
V-2	390	387	386	385	387	no	
V-3	385	385	390	385	386,25	no	
V-4	390	387	390	387	388,5	no	
V-5	390	390	390	390	390	no	
V-6	391	390	390	390	390,25	no	
promedio x(mm)					**388,08**	**no**	**1,58**
VI-1	385	385	390	390	387,5	no	
VI-2	390	390	387	387	388,5	no	
VI-3	390	388	390	387	388,75	no	
VI-4	390	385	385	390	387,5	no	
VI-5	390	385	387	387	387,25	no	
VI-6	390	387	390	389	389	no	
promedio x(mm)					**388,08**	**no**	**0,64**
VII-1	385	390	390	385	387,5	no	
VII-2	390	390	390	390	390	no	
VII-3	385	385	390	390	387,5	no	
VII-4	390	390	390	390	390	no	
VII-5	390	385	390	385	387,5	no	
VII-6	390	385	385	390	387,5	no	
promedio x(mm)					**388,33**	**no**	**1,10**
VIII-1	390	390	390	385	388,75	no	**1,06**
VIII-2	390	390	392	390	390,5	no	
VIII-3	390	390	393	390	390,75	no	

VIII-4	390	385	390	390	388,75	no	
VIII-5	390	390	390	390	390	no	
VIII-6	390	390	390	395	391,25	no	
promedio x(mm)					**390**	**no**	
IX-1	389	390	390	389	389,5	no	
IX-2	390	387	390	390	389,25	no	
IX-3	390	385	390	385	387,5	no	
IX-4	387	390	390	387	388,5	no	
IX-5	390	385	390	389	388,5	no	
IX-6	390	390	390	390	390	no	
promedio x(mm)					**388,88**	**no**	**0,85**

Tabla16 Ancho de los bloques huecos de hormigón de 400*200*150mm.

bloques	**Ancho (mm)**						**promedio**	**Cumple NC-247**	**desviación típica Sx(mm)**
	B-D	**I-J**	**A-C**	**F-H**	**K-M**	**E-G**			
I-1	144	142	140	144	142	140	142	sí	
I-2	145	140	140	140	145	140	141,67	no	
I-3	140	140	140	140	140	140	140	no	
I-4	145	140	140	142	140	140	141,17	no	
I-5	140	140	140	140	140	140	140	no	
I-6	140	140	140	140	140	140	140	no	
promedio x(mm)							**140,81**	**no**	**0,84**
II-1	140	140	140	140	140	140	140	no	
II-2	140	141	140	140	142	140	140,5	no	
II-3	141	140	140	140	140	140	140,17	no	
II-4	142	140	140	140	140	140	140,33	no	
II-5	140	140	140	140	140	140	140	no	
II-6	140	140	140	140	140	140	140	no	
promedio x(mm)							**140,17**	**no**	**0,19**
III-1	140	140	140	140	140	140	140	no	
III-2	140	140	140	140	140	140	140	no	
III-3	140	140	140	140	140	140	140	no	
III-4	141	140	140	140	142	140	140,5	no	
III-5	142	140	140	140	140	140	140,33	no	
III-6	140	140	140	140	140	140	140	no	
promedio x(mm)							**140,14**	**no**	**0,20**
IV-1	140	140	140	140	140	140	140	no	**0,31**
IV-2	140	140	140	140	140	140	140	no	

IV-3	140	140	140	140	140	140	140	no	
IV-4	140	140	140	140	140	140	140	no	
IV-5	140	140	140	140	140	140	140	no	
IV-6	140	140	140	140	145	140	140,83	no	
promedio x(mm)							**140,14**	**no**	
V-1	140	138	138	142	140	140	139,67	no	
V-2	140	140	143	143	143	142	141,83	no	
V-3	145	140	140	145	142	143	142,5	si	
V-4	145	140	140	142	145	142	142,33	si	
V-5	142	140	141	142	142	144	141,83	no	
V-6	143	140	140	143	140	142	141,33	no	
promedio x(mm)							**141,58**	**no**	**0,94**
VI-1	140	145	145	140	145	140	142,5	sí	
VI-2	140	142	142	140	140	144	141,33	no	
VI-3	140	140	140	140	140	140	140	no	
VI-4	140	140	140	140	140	140	140	no	
VI-5	140	140	140	140	141	147	141,33	no	
VI-6	140	139	140	142	140	140	140,17	no	
promedio x(mm)							**140,89**	**no**	**0,92**
VII-1	140	140	140	142	142	142	141	no	
VII-2	145	140	142	140	140	140	141,17	no	
VII-3	140	140	140	140	145	145	141,67	no	
VII-4	145	140	140	143	140	140	141,33	no	
VII-5	140	140	140	140	140	140	140	no	
VII-6	140	140	140	140	140	140	140	no	
promedio x(mm)							**140,86**	**no**	**0,64**
VIII-1	140	140	140	140	140	140	140	no	
VIII-2	142	140	140	140	140	140	140,33	no	
VIII-3	140	140	145	140	140	140	140,83	no	
VIII-4	140	140	140	140	140	140	140	no	
VIII-5	140	140	140	140	140	143	140,5	no	
VIII-6	140	140	140	140	140	140	140	no	
promedio x(mm)							**140,28**	**no**	**0,31**
IX-1	140	140	140	140	140	140	140	no	
IX-2	140	140	140	140	140	140	140	no	
IX-3	140	140	138	140	142	142	140,33	no	
IX-4	140	140	140	140	140	140	140	no	
IX-5	140	140	140	140	140	140	140	no	
IX-6	140	140	140	140	140	140	140	no	
promedio x(mm)							**140,06**	**no**	**0,12**

Tabla17: Altura de los bloques huecos de hormigón de 400*200*150mm.

bloques	alto(mm)						promedio	Cumple NC-247	desviación típica Sx(mm)
	D-H	J-M	C-G	B-F	I-K	A-E			
I-1	155	160	160	155	155	150	155,83	no	
I-2	160	160	155	155	150	150	155	no	
I-3	165	160	160	160	165	155	160,83	no	
I-4	160	160	160	160	150	155	157,5	no	
I-5	165	160	160	160	165	150	160	no	
I-6	155	155	160	155	155	150	155	no	
Promedio x(mm)							**157,36**	**no**	**2,328**
II-1	180	190	185	175	180	185	182,5	no	
II-2	185	185	185	175	180	185	182,5	no	
II-3	185	187	185	185	185	185	185,33	no	
II-4	190	190	190	180	180	185	185,83	no	
II-5	180	185	180	180	180	185	181,67	no	
II-6	180	190	190	185	185	185	185,83	no	
Promedio x(mm)							**183,94**	**no**	**1,75**
III-1	170	175	175	175	180	180	175,833333	no	
III-2	180	185	170	183	180	175	178,833333	no	
III-3	180	185	185	180	180	180	181,666667	no	
III-4	175	180	175	180	185	185	180	no	
III-5	180	185	180	180	180	175	180	no	
III-6	180	185	170	182	180	180	179,5	no	
Promedio x(mm)							**179,31**	**no**	**1,77**
IV-1	175	185	185	175	180	185	180,83	no	
IV-2	183	185	185	180	185	185	183,83	no	
IV-3	180	185	180	180	180	180	180,83	no	
IV-4	182	185	180	180	180	185	182	no	
IV-5	180	185	185	180	180	180	181,67	no	
IV-6	185	185	180	180	180	175	180,83	no	
Promedio x(mm)							**181,67**	**no**	**1,07**
V-1	180	185	190	180	185	185	184,17	no	
V-2	180	190	190	180	185	185	185	no	
V-3	182	185	188	180	185	185	184,17	no	
V-4	172	185	183	180	185	183	181,33	no	
V-5	171	185	184	170	183	180	178,83	no	
V-6	170	185	185	172	180	182	179	no	
Promedio x(mm)							**182,08**	**no**	**2,511**
VI-1	175	183	182	180	185	183	181,33	no	**1,36**

VI-2	175	185	185	170	180	180	179,17	no	
VI-3	180	187	185	175	185	185	182,83	no	
VI-4	185	185	180	175	180	185	181,67	no	
VI-5	180	185	185	180	185	185	183,33	no	
VI-6	175	185	185	180	180	180	180,83	no	
Promedio x(mm)							**181,53**	**no**	
VII-1	170	185	185	170	180	180	178,33	no	
VII-2	170	180	180	170	180	180	176,67	no	
VII-3	170	185	180	175	180	180	178,33	no	
VII-4	170	185	180	180	185	180	180	no	
VII-5	170	185	180	170	180	180	177,5	no	
VII-6	170	185	180	170	180	180	177,5	no	
Promedio x(mm)							**178,06**	**no**	**1,039**
VIII-1	180	190	185	175	180	185	182,5	no	
VIII-2	185	185	185	185	185	185	185	no	
VIII-3	180	187	185	175	184	184	182,5	no	
VIII-4	180	190	190	180	185	180	184,17	no	
VIII-5	180	185	18	180	185	185	155,5	no	
VIII-6	180	185	185	170	185	185	181,67	no	
promedio x(mm)							**178,56**	**no**	**10,37**
IX-1	185	187	190	180	185	185	185,33	no	
IX-2	185	185	185	180	185	180	183,33	no	
IX-3	177	180	190	175	180	180	180,33	no	
IX-4	180	185	180	180	187	180	182	no	
IX-5	185	185	180	180	185	180	182,5	no	
IX-6	185	190	187	180	185	180	184,5	no	
promedio x(mm)							**183**	**no**	**1,64**

Tabla18: Grosor de los bloques huecos de hormigón de 400*200*150mm.

bloques	**Grosor de las paredes (mm).**				**promedio**	**Cumple NC-247**	**desviación típica Sx(mm)**
	D	**B**	**C**	**A**			
I-1	35	35	30	30	32,5	sí	
I-2	30	30	30	30	30	sí	
I-3	35	30	30	30	31,25	sí	
I-4	25	25	30	30	27,5	sí	
I-5	30	30	25	30	28,75	sí	
I-6	30	30	30	30	30	sí	
promedio x(mm)					**30**	**sí**	**1,61**

II-1	30	30	30	30	30	sí	
II-2	25	30	30	30	27,5	sí	
II-3	30	30	30	25	28,75	sí	
II-4	30	25	30	30	28,75	sí	
II-5	25	25	30	30	27,5	sí	
II-6	30	30	30	30	30	sí	
promedio x(mm)					**28,75**	**sí**	**1,02**
III-1	30	30	25	25	27,5	sí	
III-2	25	25	30	30	27,5	sí	
III-3	25	25	30	30	27,5	sí	
III-4	30	30	30	30	30	sí	
III-5	25	25	30	30	27,5	sí	
III-6	30	30	30	30	30	sí	
promedio x(mm)					**28,33**	**sí**	**1,18**
IV-1	25	25	30	30	27,5	sí	
IV-2	30	30	25	25	27,5	sí	
IV-3	30	30	25	25	27,5	sí	
IV-4	30	30	25	25	27,5	sí	
IV-5	30	30	30	30	30	sí	
IV-6	30	30	30	30	30	sí	
promedio x(mm)					**28,33**	**sí**	**1,18**
V-1	29	30	25	25	27,25	sí	
V-2	30	30	24	25	27,25	sí	
V-3	30	25	25	31	27,75	sí	
V-4	25	25	30	32	28	sí	
V-5	32	31	25	26	28,5	sí	
V-6	27	30	29	25	27,75	sí	
promedio x(mm)					**27,75**	**sí**	**0,43**
VI-1	25	27	30	32	28,5	sí	
VI-2	30	30	25	25	27,5	sí	
VI-3	27	30	25	25	26,75	sí	
VI-4	30	30	25	30	28,75	sí	
VI-5	30	30	30	25	28,75	sí	
VI-6	30	30	30	25	28,75	sí	
promedio x(mm)					**28,17**	**sí**	**0,77**
VII-1	33	33	30	30	31,5	sí	**1,38**
VII-2	25	30	30	30	28,75	sí	
VII-3	27	25	30	30	28	sí	
VII-4	25	25	35	32	29,25	sí	
VII-5	30	30	25	25	27,5	sí	

VII-6	30	30	25	25	27,5	sí	
promedio x(mm)					**28,75**	**sí**	
VIII-1	30	30	25	25	27,5	sí	
VIII-2	25	25	30	30	27,5	sí	
VIII-3	30	30	30	30	30	sí	
VIII-4	30	30	27	25	28	sí	
VIII-5	30	30	25	25	27,5	sí	
VIII-6	30	30	25	25	27,5	sí	
promedio x(mm)					**28**	**sí**	**0,91**
IX-1	30	30	30	30	30	sí	
IX-2	27	25	30	30	27,5	sí	
IX-3	30	30	25	25	27,5	sí	
IX-4	25	25	30	30	27,5	sí	
IX-5	25	25	30	30	27,5	sí	
IX-6	30	30	25	25	27,5	sí	
promedio x(mm)					**27,92**	**sí**	**0,93**

6.2- Ensayo de absorción para los bloques.

En la realización de este ensayo se emplea una estufa con el objetivo de secar el bloque con una capacidad mínima de temperatura de 150ºC y regulación automática. (17)

Se debe ensayar más de 1kg de bloque

La absorción de cada muestra (Ai).

$$Ai = \frac{Mhi - Msi}{Msi} * 100$$

Mhi masa humedad de cada unidad de muestra (Kg).

Msi masa seca de cada unidad de muestra (Kg).

La absorción promedio (Am).

$$Am = \frac{\sum_{i=1}^{n} Ai}{n} (\%)$$

Ai absorción relativa de capacidad de la muestra.

n número de porciones de la muestra.

Desviación típica de la absorción.

$$Sa = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Ai - Am)^2}{n}}\ (\%)$$

Am absorción promedio.

Ai absorción relativa de cada muestra de ensayo (%).

n número de porciones de la muestra de ensayo. (17)

Tabla19: ensayo de absorción de los bloques de hormigón de 15cm.

Bloques	Masa seca(kg)	Masa humedad (kg)	Ai (%)	desviación típica Sa	Grado
I7	2,1	2,3	9,52		I
I8	1,6	1,7	6,25		I
I9	1,8	2	11,11		II,III,IV
promedio			**8,96**	**2,02**	**I**
II7	2,4	2,7	12,5		II,III,IV
II8	2,6	2,8	7,69		I
II9	1,9	2,1	10,53		I
promedio			**10,24**	**1,97**	**II,III,IV**
III7	2,1	2,2	4,76		I
III8	1,9	2	5,26		I
III9	2	2,1	5.00		I
promedio			**5,01**	**0,20**	**I**
IV7	2,1	2,3	9,52		I
IV8	2,1	2,2	4,76		I
IV9	2,1	2,2	4,76		I
promedio			**6,35**	**2,24**	**I**
V7	1,8	1,9	5,56		I
V8	2	2,1	5.00		I
V9	1,7	1,9	11,76		II,III,IV
promedio			**7,44**	**3,07**	**I**
VI7	1,7	1,9	11,76		II,III,IV
VI8	1,6	1,8	12,50		II,III,IV
VI9	1,9	2,1	10,53		I
promedio			**11,60**	**0,81**	**II,III,IV**
VII7	1,8	2	11,11		II,III,IV
VII8	2,4	2,6	8,33		I
VII9	1,8	2	11,11		II,III,IV
promedio			**10,19**	**1,31**	**II,III,IV**
VIII7	1,9	2,1	10,53		I

VIII8	1,7	1,8	5,88		I
VIII9	1,8	2	11,11		II,III,IV
promedio			**9,17**	**2,39**	**II,III,IV**
IX7	1,6	1,9	18,75		II,III,IV
IX8	1,6	1,8	12,50		II,III,IV
IX9	1,8	2	11,11		II,III,IV
promedio			**14,12**	**3,32**	**II,III,IV**

6.3-Ensayo de resistencia a compresión para los bloques.

6.3.1-Determinación de la resistencia a compresión.

La máquina para ensayos a la compresión con capacidad mínima de 100t.

La nivelación de la superficie de carga y apoyo estará constituida por una pasta de cemento gris (P-350) y yeso con una composición volumétrica de 4:1(cuatro partes de cemento gris P-350 y uno de yeso) y adición de agua hasta que adquiera una consistencia pastosa capaz de asentar el bloques y no disgregarse bajo su peso. [17] Anexo-1

La pasta se mezcla durante 3 a 5 min.

6.3.2-Resistencia a la compresión (R´i).

$$R`i = \frac{Fj}{aj} \text{ (Mpa)}$$

Fj carga de rotura del bloque (kN).

aj área de bloques (cm^2).

La resistencia a la compresión promedio (R`m)

$$R`m = \frac{\sum_{i=1}^{n} R`i}{n} \text{ (Mpa)}$$

R`i resistencia a la compresión de cada bloque (Mpa).

n número de bloques de la muestra de ensayo.

Desviación típica. (S`r).

$$Sr = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (`Ri - Rm)^2}{n}} \text{ (Mpa)}$$

R`m resistencia a la compresión promedio.

S`r desviación típica.

Coeficiente de variación.

$$V = \frac{S`r}{R`m}$$

R`m resistencia a la compresión promedio (Mpa).

S`r desviación promedio (Mpa). (17)

6.3.3-Criterio de aceptación o rechazo

El lote se considera conforme cuando el valor medio de la resistencia sea menor o igual al que se establece el la tabla, siempre que el coeficiente de variación sea menor o igual a 0.20. (3)

Tabla20: Ensayo a la resistencia a compresión de los bloque huecos de hormigón de 15cm.

Bloques	Área (cm²)	Fuerza (kN)	resistencia compresión R´i(Mpa)	Categoría NC-247	Desviación típica S´r(Mpa)	coeficiente de variación V
I-1	546,7	130	2,42	NO		
I-2	545,42	145	2,71	III,IV		
I-3	539	137	2,59	III,IV		
I-4	547,02	90	1,68	NO		
I-5	546	130	2,43	NO		
I-6	539	150	2,84	III,IV		**Rechazo**
promedio final			**2,43**	**NO**	**0,37**	**0,15**
II-1	544,25	190	3,56	III,IV		
II-2	547,95	210	3,91	III,IV		
II-3	546,65	217	4,05	III,IV		
II-4	542,04	237	4,46	III,IV		
II-5	546	160	2,99	III,IV		
II-6	540,75	252	4,75	III,IV		**Rechazo**
promedio final			**3,95**	**III,IV**	**0,58**	**0,15**
III-1	542,5	195	3,67	III,IV		
III-2	543,9	220	4,12	III,IV		
III-3	546	160	2,99	III,IV		
III-4	547,95	122	2,27	NO		
III-5	545,55	155	2,90	III,IV		
III-6	546	120	2,24	NO		**Aceptación**
promedio final			**3,03**	**III,IV**	**0,69**	**0,23**
IV-1	546	170	3,17	III,IV	**0,53**	**Aceptación**
IV-2	542,5	85	1,60	NO		**0,20**

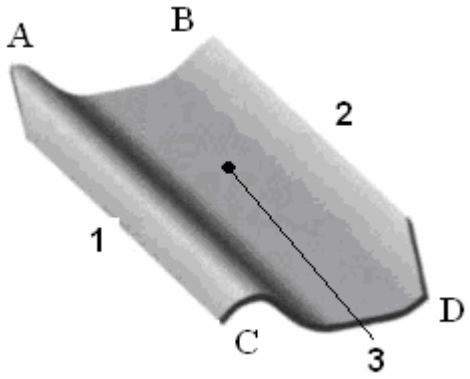
IV-3	546	150	2,80	III,IV		
IV-4	546	145	2,71	III,IV		
IV-5	546	140	2,61	III,IV		
IV-6	549,25	170	3,16	III,IV		
promedio final			**2,68**	**III,IV**		
V-1	539,81	170	3,21	III,IV		
V-2	548,90	150	2,79	III,IV		
V-3	550,41	142	2,63	III,IV		
V-4	552,965	170	3,13	III,IV		
V-5	553,15	200	3,69	III,IV		
V-6	551,553333	157	2,90	III,IV		**Aceptación**
promedio final			**3,06**	**III,IV**	**0,34**	**0,11**
VI-1	552,1875	140	2,59	III,IV		
VI-2	549,08	207	3,84	III,IV		
VI-3	544,25	100	1,87	NO		
VI-4	542,5	90	1,69	NO		
VI-5	547,313333	120	2,24	NO		
VI-6	545,248333	110	2,06	NO		**Rechazo**
promedio final			**2,38**	**NO**	**0,71**	**0,30**
VII-1	546,375	137	2,556831846	III,IV		
VII-2	550,55	210	3,88951049	III,IV		
VII-3	548,958333	222	4,123690021	III,IV		
VII-4	551,2	185	3,422432874	III,IV		
VII-5	542,5	197	3,702873733	III,IV		
VII-6	542,5	82	1,541297696	NO		**Rechazo**
promedio final			**3,20610611**	**III,IV**	**0,89**	**0,28**
VIII-1	544,25	170	3,18509876	III,IV		
VIII-2	548,001667	200	3,721521526	III,IV		
VIII-3	550,30625	227	4,20623789	III,IV		
VIII-4	544,25	262	4,908799265	III,IV		
VIII-5	547,95	122	2,270342185	NO		
VIII-6	547,75	122	2,271171155	NO		**Rechazo**
promedio final			**3,42719513**	**III,IV**	**0,97**	**0,28**
IX-1	545,3	212	3,964357235	III,IV		
IX-2	544,95	177	3,311990091	III,IV		
IX-3	543,791667	125	2,343958316	NO		
IX-4	543,9	205	3,843325979	III,IV		
IX-5	543,9	202	3,787082184	III,IV		
IX-6	546	205	3,828543956	III,IV		**Aceptación**
promedio final			**3,513209627**	**III,IV**	**0,56**	**0,16**

7-Ensayos realizados a las tejas de microconcierto

7.1- Dimensiones para las tejas de microconcreto**.**

Tabla21: Dimensiones de las tejas de microconcreto.

Tejas	Largo(mm)		Ancho(mm)	Espesor(mm)		
	A-B	B-C	1-2	1	2	3
1	502	497	257	8.0	8.0	7.0
2	504	498	255	9.0	10.0	9.0
3	501	496	257	8.0	8.5	7.0
4	503	499	257	8.0	10.0	6.0
5	503	499	255	8.0	9.0	7.0
6	503	499	255	10.0	10.5	9.0
7	504	497	254	9.2	11.0	9.0
8	503	497	256	8.0	8.0	7.0
9	504	498	257	9.0	10.2	6.0
10	503	498	256	7.5	8.5	7.0
11	503	497	254	9.0	10.0	9.0
12	502	497	255	10.0	10.0	5.0
13	500	496	256	9.0	8.5	7.0
14	504	497	255	9.0	9.0	9.0
15	504	498	254	9.0	10.0	8.0
16	502	500	255	8.0	9.0	9.0
17	503	504	257	8.0	7.5	7.0
18	503	497	255	8.0	9.3	7.0
19	502	496	256	11.0	10.5	8.0
Promedio	502.78	497.89	255.57	8.43	9.07	7.45
cumple	sí	sí	no	sí	no	no



7.2-Ensayo de absorción de las tejas de microconcreto.

Tabla22: Ensayo de absorción realizado a las tejas de microconcreto.

Tejas	Peso seco (Kg.)	Peso saturado (kg)	% absorción	cumple
1	2.158	2.343	8,60	No
2	2.320	2.475	6,7	Sí
3	2.007	2.149	7,1	Sí
4	2.057	2.215	7,7	Sí
5	2.155	2.304	6,9	Sí
6	2.378	2.535	6,6	Sí
7	2.400	2.562	6,7	Sí
8	2.246	2.411	7,3	Sí
9	2.063	2.217	7,5	Sí
10	2.100	2.249	7,1	Sí
11	2.275	2.428	6,7	Sí
12	2.150	2.292	6,6	Sí
13	2.005	2.190	9,2	No
14	2.475	2.630	6,3	Sí
15	2.325	2.483	6,8	Sí
16	2.246	2.407	7,2	Sí
17	2.022	2.168	7,2	Sí
18	2.230	2.380	6,7	Sí
19	2.249	2.395	6,5	Sí
promedio			**7,1**	**Sí**

Nota: El manual para el uso de la TMC establece que valores superiores al 8% de absorción no son aceptables para la teja.

7.3-Ensayo de flexión para las tejas de microconcreto.

Normalmente el ensayo se realiza con tejas secadas al ambiente. El ensayo es más preciso cuando se utilizan húmedas, que previamente se han sumergido en agua durante 24 horas. El peso que se aplica debe disminuir en un 15%. Anexo-2

La teja seca al ambiente ensayada a los 28 días no debe romperse con los pesos siguientes:

Tejas de 8mm de espesor: 50kg

Tejas de 10mm de espesor: 80kg

La teja previamente sumergida en agua durante 24 horas ensayada a los 28 días no debe romperse con los pesos siguientes:

Tejas de 8mm de espesor: 42.5kg

Tejas de 10mm de espesor: 68kg [18]

Error residuo (ri)

ri=Vobs-Vp

Error promedio (ep)

$$ep = \pm\frac{2}{3}\sqrt{\frac{\sum ri^2}{n-1}}$$

Error probable del valor promedio

$$ev = \pm\frac{ep}{\sqrt{n}} = \pm\frac{\frac{2}{3}\sqrt{\frac{\sum ri^2}{n-1}}}{\sqrt{n}}$$

Tabla23: Ensayo de flexión para las tejas de microconcreto.

tejas	carga	cumple	Valor promedio	error residuo	ri²
1	60	sí	67.79	-7,79	60,67
2	85	sí	67.79	17,21	296,20
3	60	sí	67.79	-7,79	60,68
4	60	sí	67.79	-7,79	60,67
5	55	sí	67.79	-12,79	163,57
6	80	sí	67.79	12,21	149,10

7	80	sí	67.79	12,21	149,10
8	75	sí	67.79	7,21	51,99
9	50	sí	67.79	-17,79	316,46
10	48	sí	67.79	-19,79	391,623
11	70	sí	67.79	2,21	4,89
12	40	no	67.79	-27.79	772.25
13	65	sí	67.79	-2,79	7,78
14	85	sí	67.79	17,21	296,20
15	80	sí	67.79	12,21	149,10
16	90	sí	67.79	22,21	493,31
17	60	sí	67.79	-7,79	60,67
18	80	sí	67.79	12,21	149,10
19	65	sí	67.79	-2,79	7,78
Sumatoria	1288				3641,16
Promedio	**67,79**	**sí**		**error promedio**	**9,48**

Valor más probable

VMP=Vp±ep

VMP=67.8±2.2kg

De acuerdo a los resultados del ensayo a flexión la teja se evalúa de calidad excelente.

8- Control de la calidad de los elementos elaborados en el taller

El aseguramiento de la calidad permite que el producto se elabore con las características indispensables para su uso. La producción de elementos para la construcción requiere de medidas de control de la calidad que permiten comprobar que el producto cumpla con las normas vigentes.

8.1-Tejas de Microconcreto:

Antes de ser vendidas o antes de su colocación, en el caso de que el productor sea el que instale las tejas en la cubierta, debe realizarse un control final de la calidad sobre el producto terminado.

Algunos ensayos que se le realizan a cada teja y otros a una muestra aleatoria del total de la producción.

Los ensayos a realizarse son:

Resistencia a la flexión

Resistencia al impacto

Permeabilidad

Dimensión y forma

Porosidad y fisuración

Peso

Ensamblaje de la teja [14]

8.2-Bloques huecos de hormigón:

Requieren previamente de ensayos de laboratorio los cuales determinan las características del bloque permitiendo valorar el producto atendiendo a su calidad y mejorar su producción.

Los ensayos que se le realizan a las muestras son:

Resistencia a compresión

Absorción

Peso

Dimensiones y forma [13]

8.3-Aglomerante CP- 40:

Consisten en ensayos clásicos de laboratorio para aglomerantes, que se realizan cuando aparecen problemas en los ensayos de campo.

Los ensayos de laboratorio que requiere este aglomerante son mostrados a continuación:

Humedad superficial

Peso unitario

Granulometría

Tiempo de fraguado

Resistencia a compresión del CP-40

Cal aprovechable

Superficie específica

Absorción de agua

Estabilidad de volumen por las agujas de Le Chatelier

Finura de molido del CP-40

Peso específico del CP-40 [11]

9-Conclusiones parciales:

- La calidad del árido fino es determinante en la resistencia y absorción de los bloques huecos de hormigón producido, observándose que la arena beneficiada es la que aporta peores resultados, debidos a la presencia de altos valores de arcilla.
- La categoría para los bloques huecos de hormigón producidos en el taller de ecomateriales se identifica como III.
- El sistema de moldes para bloques de la máquina vibracom no permite obtener bloques cuyas dimensiones sean aceptadas por la NC -247.
- La teja de microconcreto es un producto de muy buena calidad bajo cuales quiera de las condiciones de producción en el taller de ecomateriales.

Capítulo 3

10-La distribución en planta

10.1-Las distribuciones del pasado

Históricamente, la ordenación de las áreas de trabajo, es casi tan vieja como el hombre mismo. Las primeras distribuciones eran producto del hombre que llevaba a cabo el trabajo, o del arquitecto que proyectaba el edificio. Hay muchos ejemplos en los archivos que ilustran el arreglo de lugares de trabajo, y que contienen planos de edificación. Todos muestran un área de trabajo para una misión o servicio específico, pero sin que parezcan reflejar la aplicación de ningún principio.

La producción es el resultado del trabajo de los hombres, materiales y maquinarias. El hombre toma una o más piezas o trozos de material y con la ayuda de la maquinaria (incluyendo las herramientas y equipos de todas clases) cambia la forma, la naturaleza, o las características químicas del mismo o le añade otros materiales. El resultado es un producto. Este producto tiene ahora más valor que la pieza o piezas originales y puede ser vendido con beneficio respecto a los gastos en la mano de obra, materiales y maquinaria.

Pero la misión de organizar a los hombres, material y maquinaria de modo que su trabajo sea eficiente, corresponde a la administración. A ella atañe el procurarse los hombres, los materiales y las maquinarias y el crear una distribución de modo que estos elementos puedan trabajar conjuntamente y con efectividad .La buena distribución en planta es, pues, una responsabilidad de la administración.

Administración*(hombre+material+maquinaria)=Producción

Esta es la relación existente entre dichos elementos de producción expresada en forma de ecuación. Nótese que el elemento administración incluyendo el trabajo de distribución tiene un efecto directamente proporcional, o multiplicativo sobre la producción. (19)

10.2-Objetivos de al distribución en planta.

Se hace necesario hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo al mismo tiempo la más segura y satisfactoria para los empleados, debemos ordenar: productores, materiales y maquinaria, y los servicios auxiliares (mantenimiento, transportación, etc.) de modo que sea posible fabricar el producto a un costo suficientemente reducido

para poder venderlo a un buen margen de beneficio en un mercado de competencia. (19)

10.3-Las ventajas de una buena distribución en planta se traducen en reducción del costo de fabricación, como resultado de los siguientes puntos:

-Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores

-Elevación de la moral y la satisfacción del obrero

-Incremento de la producción

-Disminución de los retrasos en la producción

-Ahorro de área ocupada (áreas de producción, de almacenamiento y de servicio)

-Reducción del manejo de materiales

-Una mayor utilización de la maquinaria, de la mano de obra y/o de los servicios

-Reducción del material en proceso

-Logro de una supervisión más fácil y mejor

-Disminución de la congestión y confusión

-Disminución del riesgo para el material o su calidad

-Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones

-Otras ventajas diversas

Un mejor y más fácil control del costo

Mayor facilidad de mantenimiento del equipo

Mejor disposición de los obreros para el trabajo con incentivo

Un mejor aspecto de las áreas de trabajo

Mejores condiciones sanitarias (19)

10.4-Objetivos básicos de una distribución en planta.

-Integración conjunta de todos los factores que afecten a la distribución

-Movimiento del material según distancias mínimas

-Circulación de trabajo a través de la planta

-Utilización efectiva de todo el espacio

-Satisfacción y seguridad de los trabajadores

-Flexibilidad de ordenación para facilitar cualquier reajuste

Podemos también expresar estos objetivos en forma de principios. (19)

10.5-Principios básicos de la distribución en planta

-Principio de la integridad de conjunto.

La mejor distribución es la que integra o los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.

-Principio de la media distancia recorrida

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.

-Principios de la circulación o flujo de materiales

En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se trasforman, tratan o montan los materiales.

-Principio del espacio cúbico

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como horizontal.

-Principio de la satisfacción y de la seguridad

A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.

-Principio de la flexibilidad.

A igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada, con menos costos o inconvenientes. (19)

11-Organización de la producción del taller.

11.1-Cantidades de materias primas que necesita el taller para la producción.

Tabla24: Cantidades de materias primas

Materias primas	**Por días**	**Por mes**	**Por año**
Árido fino	$3m^3$	$55m^3$	$635m^3$
Árido grueso	$5m^3$	$80m^3$	$945m^3$
Cemento P-350	872kg	16495kg	197337kg
Zeolita	249kg	4662kg	55723kg
Cal	63kg	1170kg	13982kg
Aditivo	2.49litros	36.28litros	428litros
Agua	624litros	11136litros	143490litros

11.2-Áreas de almacenamiento

Estas materias primas (cemento, zeolita y cal) se almacenan en sacos en locales cerrados.

11.2.1-Cemento P-350

Se necesitan al mes 400 sacos, la entrega del cemento no es toda junta se consideran 300 sacos.

Área (1saco)=0.6m*0.4m=$0.24m^2$

Las estibas son de 15 sacos

Son 20 estibas

Área= (0.4*14)*(0.6*6)=5.6*3.6=20.16 m^2

11.2.3-Zeolita y Cal

Se necesitan al mes 140 sacos de zeolita

Las estibas son de 15 sacos

Son 8 estibas de zeolita

Se necesitan al mes 30 sacos de cal

Son 2 estibas de cal.

Las materias primas zeolita y cal se almacenarán en un mismo local por lo tanto son 10 estibas en total.

Área= (0.4*4)*(0.6*6)=1.6*3.6=5.76 m^2

La cal, la zeolita y el cemento Pórtland requieren locales cerrados, protegidos de la humedad. El área de almacenamiento debe estar concentrada para evitar que se dificulte la producción y se tenga un mejor y más fácil control.

Estas materias primas se almacenan en sacos a estibas de 15 sacos.

11.3-Área de almacenamiento para materias primas al aire libre (áridos gruesos y áridos fino)

11.3.1-Áridos gruesos

Se necesitan por mes 80m^3

Para el almacenaje se considera un área del 50% del total a pedir en el mes.

El 50% de 80m^3es 40m^3

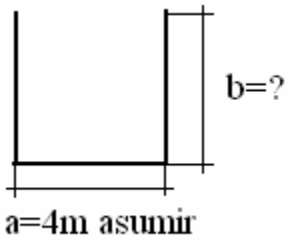
V=a*b*h

La altura de los áridos s aproximadamente de 2.30m

40m^3=4m*b*2.30m

$$b = \frac{40m^3}{4 * 2.30} = 4.35 \approx 4.5m$$

Área=4m*4.5m=18m^2



11.3.2-Árido fino:

Se necesitan por mes 55m^3

Para el almacenaje se considera un área del 50% del total a pedir en el mes.

El 50% de 55m^3es 27.5m^3

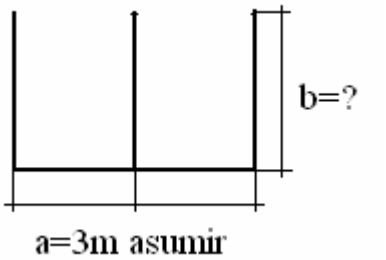
V=a*b*h

La altura de los áridos s aproximadamente de 2.30m

27.5m^3=3m*b*2.30m

$$b = \frac{27.5m^3}{3 * 2.30} = 4.m$$

Área=3m*4m=12m^2



El almacenamiento de los áridos debe poseer los partidores para mantener separados los distintos tipos o procedencias de los áridos, debe tener un piso de hormigón para evitar la contaminación de los mismos, además de acceso a los camiones.

Los áridos deben encontrarse cercanos al área donde se elabora el hormigón y relativamente cerca de las áreas de producción de bloques, vigas Sipret y tejas. Se debe priorizar el área de producción de bloque debido que presenta una mayor demanda.

11.4-Área para la producción de bloques.

11.4.1- Área para la preparación de la mezcla.

En esta área deben estar cerca todos los útiles y herramientas que sean necesarios para la elaboración del producto (árido grueso, árido fino, tanque de agua y el cemento trasladado del almacén). Se preparará la mezcla con una hormigonera que se recomienda su ubicación fuera de la nave de producción de bloques para evitar el exceso de ruido, su ubicación será la adecuada para facilitar el trabajo de transportación de las materias primas, así como para el traslado hacia la máquina que produce los elementos. Se considera que la distancia de los áridos a la hormigonera y de la hormigonera a la máquina no sea mayor de10m.

Estará colocada una hormigonera que es la encargada de preparar la mezcla para posteriormente ser llevada al equipo de producción.

11.4.2-Área de producción de bloques huecos de hormigón.

La cantidad de bloques por mes es 12000

Área de la máquina vibracom

Área=2m*1m=2 m^2

Se debe dejar a los lados de la máquina vibracom 1.5-2m para no interrumpir el flujo de trabajo de la máquina.

Se debe dejar un área para colocar los palets vacíos deben estar cerca de la máquina para evitar el desplazamiento de los operadores a grandes distancias (se recomienda no más de 3m) y así facilitar y agilizar la labor. Se agrupan en estibas de 24 a 26. Comprende un área de unos 2m^2.

Se debe considerar un área para verter el hormigón antes de elaborar los bloques 3m^2

Área de producción de bloques

Área=6m*6.5m=39 m^2

11.4.3-Área de colocación de los bloques en palets para un día de producción.

1 palets tiene 3 bloques de 15cm.

La cantidad de palets por día es de 200

Área de un palets es 0.2112m^2

Área para la colocación de bloques en palets

Área=0.2112 m^2*200=42.24 m^2

Para la producción diaria existirá un área de 45 m^2, la cual en solo 24 horas estará libre nuevamente para recibir los nuevos elementos a producir.

11.4.4-Área de curado y almacenamiento para bloques.

El curado de los bloques es de 7días

Se realizan 600bloques*días

Una pila tiene 10 bloques, son estibas de hasta 5 bloques.

Un m^2 tiene 40 bloques que son 4 pilas

En un día son 60 pilas que equivalen a un área de 15m^2

En 7 días son 105m^2 de área.

Después del desmolde a las 24 horas el producto es llevado a la zona preparada para efectuar el curado durante los primeros siete días y donde permanecerá hasta su venta, ocupando un espacio de 105m^2 para una producción de siete días.

En esta última etapa de almacenamiento los bloques huecos de hormigón se colocarán en pilas de 10 bloques a estibas de 5 bloques. Los bloques huecos de hormigón se almacenarán en lugares de pisos limpios, planos, horizontales y tendrán acceso a los camiones.

11.5-Área de producción de tejas de microconcreto.

11.5.1-Área para la preparación de la mezcla.

Esta puede ser simplemente una hormigonera que esté cerca de la materia prima, con condiciones para efectuar una buena limpieza al final de la jornada. Nunca prepare la mezcla en un vagón, pues este tiene 4 esquinas y en ellas se quedará mezcla sin preparar, o cruda. Si no se utiliza una hormigonera, se recomienda construir una artesa, que no es más que un área a nivel del piso con un diámetro de 1.50 a 2metros y una profundidad en el centro de 2centímetros, totalmente pulida para evitar que la mezcla se pegue y absorba el agua. De esta forma, dicha área no molestará nada, se podrá transitar por ella y limpiarla fácilmente. Se mantendrá siempre con un poco de agua para evitar que absorba la que contiene la mezcla. Se recomienda para la mezcla la utilización siempre de arena artificial y que esta presente una adecuada granulometría, de no ser así cernir la arena.

11.5.2-Área de producción de las tejas de microconcreto.

La producción de las tejas se realiza en un local cerrado.

La mesa vibratoria para tejas ocupa un área $1m^2$

Los moldes plásticos vacíos deben colocarse cerca de la mesa donde está la máquina vibradora, en estibas de 50 unidades, para evitar el desplazamiento del operador a grandes distancias. En otra área igualmente reservada, para desmoldar la teja a las 24 horas.

A los lados de la máquina se deja un espacio de (1m-1.5m) y de (1.5m-2m) al frente donde se ubicarán las tejas acabadas de hacer las cuales se desmoldan a las 24 horas.

Las tejas se colocarán a estibas de 50 moldes

Se producen 150 tejas al día, que son 3 estibas de 50 moldes cada una.

Área del local.

Área=4m*3m=12 m^2

11.5.3-Área de curado de las tejas de microconcreto.

La teja de microconcreto tiene un tiempo de curado de 7 días bajo el agua, se necesitan 7 tinas de dimensiones (0.8*2m), entre tina se debe dejar un espacio 50cm para la colocación de estas.

La altura de la teja es de 500mm, la tina tendrá de altura de 15-20cm mayor que la teja es decir una altura 70cm.

Área total de tinas

Área =11.2m^2

Área local=4.5*5=22.5m^2

Los tanques de curado deben construirse a nivel del piso, de tal forma que no haya desniveles con el área de producción. Deben tener un sistema de drenaje para limpiarlos cada cierto tiempo. Este proceso se facilita cuando el fondo del tanque posee un pequeño desnivel hacia uno de los extremos, donde se coloca un tubo de drenaje.

El extremo exterior del tubo de drenaje debe tener un mecanismo donde fijar una manguera. Al principio, esto permite drenar el tanque en cualquier momento. También puede colocarse un tapón o una llave de paso de un diámetro adecuado para que los sedimentos no lo taponen.

El drenaje de los tanques debe canalizarse hacia una trampa de sedimentos para no contaminar el medio ambiente.

11.5.4-Área de almacenamiento de tejas de microconcreto.

Las tejas de microconcreto se curan 21 días preferiblemente bajo techo.

Para el almacenamiento de las tejas se realizan hasta 3 estibas.

La altura que alcanza las estibas es de 1.5m

Área para almacenar tejas
0.25m^2 para 1 día
5.25m^2 para 21 día(1m*5.25m)
Área local=3m*3.75m=11.25m^2

El área de almacenamiento de tejas de microconcreto presentará acceso a los camiones.

11.6-Producción de cemento CP-40

11.6.1-Área de producción del CP-40

La cal, la zeolita se emplean para la producción del cemento CP-40. La producción del cemento CP-40 es para la elaboración de los productos del taller y se realiza con el objetivo de minimizar el gasto del cemento Pórtland industrial.

Los almacenes de cal, zeolita deben estar cercanos al área de producción del CP-40.

Área equipo=1*1.5=1.5m^2

Área local=2m*2.5m=5m^2

11.7-Producción de vigas de hormigón armado (Tecnología Sipret)

11.7.1-Área de producción de las vigas con tecnología Sipret.

La producción de las vigas con tecnología Sipret es al aire libre, se necesita un área para la colocación de los moldes de:

Área viga=15m*0.40m=6m^2

Área correa=45m*0.40m=18m^2

Se hormigonará 2 veces a la semana y 8 veces al mes.

Para que el obrero pueda trabajar en la colocación de acero, hormigonado y desmolde a los lados de los moldes se debe dejar un espacio de 0.8-1m para no afectar o interrumpir la elaboración de las vigas.

11.7.2-Área de curado y almacenado de las vigas con tecnología Sipret.

Necesita un tiempo de curado de 7 días.

El área de almacenaje de las vigas presentará acceso a los camiones y debe estar cerca al área de producción para que el traslado de las vigas que es realizado por los obreros sea lo más corto posible.

11.8-Otras áreas del taller

Para garantizar el diseño integral de un taller de ecomateriales es necesario prever las áreas destinadas a la administración, la circulación, los servicios y aseguramientos.

Con la información antes evaluada hemos conformado el diseño de un taller destinado a la producción de ecomaterisles el cual se emplaza en un área de unos

2300m^2 y que constituye una pequeña industria adecuada al municipio de Santa Clara vinculado a la producción de estos materiales.(plano anexo 3)

12- Fuerza de trabajo y puestos de trabajo en la producción de ecomateriales en el taller.

12.1-Producción de bloques huecos de hormigón.

Para el funcionamiento del equipo se requieren 6 operarios los cuales le dan cumplimiento a las labores de producción en este punto del taller.

- Preparación de la mezcla (incluye el traslado de las materias primas).
- Vertido de la mezcla.
- Producción de los elementos.
- Transporte del producto hacia el área de curado durante las primeras 24 horas.
- Desmolde.
- Traslado de la producción hacia el área de curado y almacenamiento.

12.2-Producción de tejas de Microconcreto.

Se necesitan dos obreros para la elaboración de los elementos. Las actividades a realizar se presentan a continuación:

- Elaboración de la mezcla de hormigón para la TMC.
- Fabricación de la lámina de mortero.
- Curado en el molde.
- Desmolde.
- Curado húmedo.
- Traslado de las tejas hacia el almacén donde se curaran durante 21 días.

12.3-Producción de vigas de hormigón armado (Tecnología Sipret)

Se requiere de dos obreros para la preparación del puesto de trabajo así como para la fabricación de los elementos.

- Limpieza del molde.
- Preparación y colocación de la armadura de acero.
- Preparación de la mezcla de hormigón y vertido.
- Desmolde y traslado hacia el área de curado.
- Curado de la producción.

12.4-Producción del CP-40

Se requiere de un obrero para la preparación del puesto de trabajo así como para la producción.

- Limpieza del molino MB-600.
- Traslado de las materias primas.
- Vertido de las materias primas.
- Elaboración del producto.
- Traslado del producto terminado al almacén.

13-Determinación del nivel de prioridad de las áreas del taller.

Para esto se empleará el método triangular identificado en la bibliografía consultada. (20)

Método triangular.

A1 Área de almacenamiento de cemento P-350
A2 Área de almacenamiento de zeolita y cal
A3 Área de almacenamiento de áridos gruesos
A4 Área de almacenamiento de áridos finos
A5 Área para la preparación de la mezcla (bloques, tejas y vigas)
A6 Área de producción de bloques
A7 Área de colocación de bloques en palets (producción 1 día).
A8 Área de curado y almacenado de los bloques.
A9 Área de producción de las tejas de microconcreto.
A10 Área de curado de las tejas.
A11 Área de almacenamiento de las tejas
A12 Área de producción del CP-40
A13 Área de producción de las vigas.
A14 Área de curado y almacenado de las vigas

13.1-Matriz de acoplamiento o de relaciones de la estructura interna de una instalación. [20]

Tabla25: Matriz de acoplamiento.

Áreas	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
A1	X	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
A3	0	0	X	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A4	0	0	0	X	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5	0	0	0	0	X	90	0	0	4	0	0	0	7	0
A6	0	0	0	0	0	X	200	0	0	0	0	0	0	0
A7	0	0	0	0	0	0	X	100	0	0	0	0	0	0
A8	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0
A9	0	0	0	0	0	0	0	0	X	10	0	0	0	0
A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	10	0	0	0
A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0
A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0
A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	20
A14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X

13.2-Matriz triangular no orientada.

Tabla26: Matriz triangular no orientada.

A1	X													
A2	0	X												
A3	0	0	X											
A4	0	0	0	X										
A5	7	0	72	43	X									
A6	0	0	0	0	90	X								
A7	0	0	0	0	0	200	X							
A8	0	0	0	0	0	0	100	X						
A9	0	0	0	0	4	0	0	0	X					
A10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	X				
A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	X			
A12	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X		
A13	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	X	
A14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	X
Áreas	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**A6**	**A7**	**A8**	**A9**	**A10**	**A11**	**A12**	**A13**	**A14**

13.3-Matriz cuadrada no orientada.

Tabla27: Matriz cuadrada no orientada.

Áreas	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
A1	X	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
A3	0	0	X	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A4	0	0	0	X	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5	7	0	72	43	X	90	0	0	4	0	0	0	7	0
A6	0	0	0	0	90	X	200	0	0	0	0	0	0	0
A7	0	0	0	0	0	200	X	100	0	0	0	0	0	0
A8	0	0	0	0	0	0	100	X	0	0	0	0	0	0
A9	0	0	0	0	4	0	0	0	X	10	0	0	0	0
A10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	X	10	0	0	0
A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	X	0	0	0
A12	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0
A13	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	X	20
A14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	X

13.4-Orden de prioridad de las áreas.

Tabla28: Orden de prioridad de las áreas.

Áreas	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
A7	0	0	0	0	0	200	x	100	0	0	0	0	0	0
suma1	0	0	0	0	0	200	x	100	0	0	0	0	0	0
A6	0	0	0	0	90	x	200	0	0	0	0	0	0	0
suma2	0	0	0	0	90	x	x	100	0	0	0	0	0	0
A8	0	0	0	0	0	0	100	x	0	0	0	0	0	0
suma3	0	0	0	0	90	x	x	x	0	0	0	0	0	0
A5	7	0	72	43	x	90	0	0	4	0	0	0	7	0
suma4	7	0	72	43	x	x	x	x	4	0	0	0	7	0
A3	0	0	x	0	72	0	0	0	0	0	0	3	0	0
suma5	7	0	x	43	x	x	x	x	4	0	0	3	7	0
A4	0	0	0	x	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0
suma6	7	0	x	x	x	x	x	x	4	0	0	3	7	0
A1	x	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
suma7	x	0	x	x	x	x	x	x	4	0	0	3	7	0
A13	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	x	20
suma8	x	0	x	x	x	x	x	x	4	0	0	3	x	20
A14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	x
suma9	x	0	x	x	x	x	x	x	4	0	0	3	x	X
A9	0	0	0	0	4	0	0	0	x	10	0	0	0	0

suma10	x	0	x	x	x	x	x	x	x	10	0	3	x	X
A10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	x	10	0	0	0
suma11	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	10	3	x	X
A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	x	0	0	0
suma12	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3	x	X
A12	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0
suma13	x	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
A2	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
suma14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X

14-Conclusiones parciales

- Los estudios de organización de la producción y la demanda de áreas requeridas para la producción de ecomateriales han permitido proponer el plano para un taller de ecomateriales.

Conclusiones

- Ha sido posible obtener gran cantidad de información referida a los ecomateriales y a las maquinarias utilizadas para su producción.
- Los áridos suministrados al taller de ecomateriales permiten obtener producciones de calidad excepto la arena beneficiada.
- Los moldes utilizados en la máquina vibracom no permiten obtener bloques huecos de hormigón que cumplan el dimensionamiento exigido en la NC-247.
- Es posible emplazar un taller de ecomateriales con toda la organización de la producción, la administración, los servicios y su aseguramiento en un área entre 1500 y 2000 m^2.

Recomendaciones

- No hacer uso de la arena beneficiada en la producción de ecomateriales.
- Realizar la capacitación y adiestramiento de los obreros que producen la TMC y los bloques huecos de hormigón por cuanto la calidad de estos productos se ha visto afectada por mala elaboración de las mezclas y deficiente procedimiento de producción.
- Rediseñar y construir moldes para bloques huecos de hormigón de la máquina vibracom que permitan obtener productos que cumplan el dimensionamiento de la NC-247.
- Proponer a la Entidad de Microbrigadas Sociales y Servicios a la Vivienda de Santa Clara que valoren la reorganización de las áreas de su taller según el plano aquí propuesto.

Anexos

Anexo-1: Ensayo realizado a los bloque huecos de hormigón.

Bloques huecos de hormigón con el capin de nivelación.

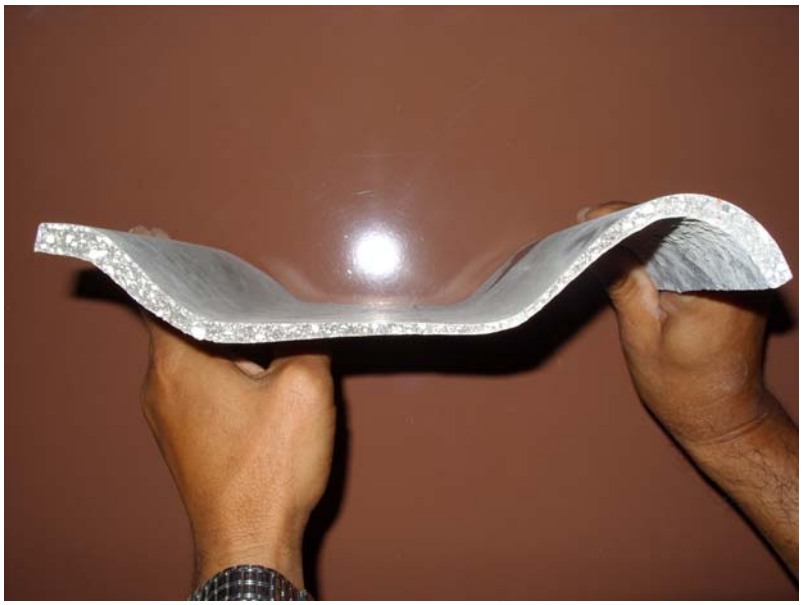
La máquina donde se realiza el ensayo a compresión de los bloques.

Estado de los bloques después de ensayarse a compresión

Anexo-2: Ensayo realizado a las tejas de microconcreto.

Maquinaria que se emplea en la realización del ensayo a flexión de las tejas.

Realización del ensayo a flexión de las tejas de microconcreto.



Muestra de espesores incorrectos en la teja de microconcreto debido a un mal vibrado.

Muestra de espesor correcto.

Aguja de la maquina que mide la resistencia a la flexión que es capaz de soportar la teja de microconcreto.