

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA DE LA CONSTRUCCIÓN EN PVC SISTEMA RBS

PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
PRESENTADO POR:
CAMPOS VASQUEZ, MARIA DEL CARMEN
LIMA - PERÚ 2008

Agradecimientos

A Dios todo poderoso, por acompañarme en cada uno de mis días, y permitir que culmine mi Carrera Profesional.

A mis queridos padres, a quienes agradezco de todo corazón por su amor, cariño, comprensión y apoyo. En todo momento los llevo conmigo.

A mi director de tesis, por su predisposición permanente e incondicional en aclarar mis dudas, por su asesoramiento, y por su amistad.

A la empresa Construcciones Modulares S.A., por el apoyo brindado.

INDICE

	Página
CAPITULO 1 INTRODUCCION	1
1.1 Generalidades.....	2
1.2 Objetivo y justificación de la investigación.....	3
1.3 Organización y contenido de la tesis.....	4
CAPITULO 2 MARCO TEORICO.....	6
2.1 SISTEMAS DE CONSTRUCCION NO CONVENCIONALES.....	6
2.1.1 Drywall.....	6
2.1.1.1 Tipos de plancha.....	7
2.1.1.2 Descripción de los elementos de Sistema drywall.....	9
2.1.1.3 Aplicaciones en paredes.....	14
2.1.1.4 Montaje del sistema drywall.....	16
2.1.1.5 Peso de la tabiquería drywall.....	16
2.1.1.6 Transporte y almacenamiento.....	17
2.1.1.7 Propiedades del sistema drywall.....	18
2.1.2 PVC.....	19
2.1.2.1 Orígenes.....	19
2.1.2.2 Definición del PVC.....	20
2.1.2.3 Polimerización.....	21
2.1.2.4 Propiedades del PVC.....	25
2.1.2.4.1 Características del PVC.....	27
2.1.2.5 Policloruro de vinilo y el medioambiente.....	29
2.1.2.5.1 Aplicaciones del PVC reciclado.....	29
2.1.2.6 Transformación y tratamientos.....	31

2.1.2.7	Aplicaciones del PVC.....	32
2.1.3	Poliestireno.....	34
2.1.3.1	Tipos de poliestireno.....	34
2.1.3.2	Propiedades.....	35
2.1.3.2.1	Propiedades químicas.....	37
2.1.3.2.2	Propiedades biológicas.....	39
2.1.3.2.3	Propiedades eléctricas.....	39
2.1.3.3	Aplicaciones.....	40
2.1.4	Formaletas.....	42
2.1.4.1	Características.....	43
2.1.4.2	Materiales.....	43
2.1.4.3	Diseño de muros.....	44
2.1.4.4	Diseño de losa entrepisos y techos.....	45
2.1.4.5	Diseño de la cimentación.....	45
2.1.4.6	Modelo para el análisis de los muros de ductilidad limitada.....	46
2.1.5	Módulos de acero.....	47
2.1.5.1	Sistema basado en contenedores.....	47
2.1.5.2	Características.....	48
2.1.5.3	Especificaciones técnicas de los contenedores.....	49
2.1.5.4	Tipos de contenedores.....	51
2.1.5.5	Estructura de contenedor.....	51
2.2	SISTEMA DE CONSTRUCCION CONVENCIONAL.....	54
2.2.1	Concreto simple y armado en cimentaciones.....	54
2.2.1.1	Teoría de cimentación.....	54
2.2.1.1.1	Investigaciones del sitio.....	55
2.2.1.1.2	Cimentaciones poco profundas.....	56
2.2.1.2	Concreto simple y armado.....	60

2.2.1.2.1	Concreto de cemento Pórtland.....	60
2.2.1.2.2	Propiedades del concreto.....	62
2.2.1.2.3	Tipos de cemento Portland.....	62
2.2.1.2.4	Resistencia del concreto.....	64
2.2.1.2.5	Formas de uso del concreto.....	65
2.2.2	Albañilería confinada.....	67
2.2.2.1	La albañilería como solución estructural.....	67
2.2.2.2	Tipos de estructuras.....	68
2.2.2.3	Proceso constructivo.....	70
2.2.2.4	Terminología.....	73
2.2.2.5	Componentes de la albañilería.....	76
2.2.2.5.1	La unidad de albañilería.....	76
2.2.2.5.2	Acero.....	81
2.2.2.5.3	Concreto.....	82
2.2.2.6	Configuración estructural.....	82
2.2.2.6.1	Cimentación.....	82
2.2.2.6.2	Muros portantes: albañilería confinada.....	83
2.2.2.6.3	Diafragma horizontal (Losa).....	89
2.2.3	Estructuras de acero.....	91
2.2.3.1	Acero estructural.....	91
2.2.3.1.1	Propiedades de los aceros estructurales.....	91
2.2.3.1.2	Resumen de aceros estructurales disponibles.....	94
2.2.3.2	Definiciones varios.....	97
2.2.3.2.1	Platinas.....	97
2.2.3.2.2	Tubos estructurales LAF.....	99
2.2.3.2.3	Pernos de expansión.....	100
2.2.3.2.4	Arandela de neopreno.....	101

2.2.3.2.5 Pintura.....	102
2.2.3.2.6 Selladores.....	105
CAPITULO 3 “SISTEMA RBS” DE PVC	108
3.1 Descripción.....	108
3.2 Especificaciones y descripción del material.....	110
3.2.1 Producto.....	110
3.2.2 Materiales (polímero de PVC).....	111
3.2.3 Dimensiones.....	116
3.2.4 Ensamble RBS	117
3.2.5 Descripción de materiales.....	129
3.3 Colores del sistema RBS.....	131
3.4 Determinación del peso de la tabiquería RBS.....	132
3.5 Propiedades del sistema no convencional RBS.....	133
3.5.1 Resistencia al intemperismo.....	133
3.5.2 Resistencia al fuego.....	135
3.5.3 Resistencias químicas.....	137
3.6 Aislamiento	139
3.6.1 Aislamiento térmico.....	141
3.6.2 Aislamiento acústico.....	146
3.7 Recubrimiento.....	149
3.8 Modulación estructural.....	149
3.8.1 Descripción de materiales.....	152
3.8.2 Detalle de estructuras.....	154
3.9 Cimentación.....	159
3.10 Cobertura.....	161
3.10.1 Aplicación de cielo raso.....	161
3.11 Manejo y almacén.....	165
3.11.1 Estibado y clasificación del material.....	165
3.11.2 Recomendaciones para el estibado.....	166

3.12	Trabajos preliminares.....	166
3.12.1	Limpieza de terreno.....	166
3.12.2	Trazo y replanteo en terreno natural.....	168
3.13	Procedimiento constructivo.....	169
3.13.1	Montaje del sistema.....	169
3.13.2	Detalles de sellado.....	188
3.13.3	Tiempos de construcción.....	188
3.15	Limpieza de producto y mantenimiento.....	190

CAPITULO 4 APLICACIÓN DEL SISTEMA EN RANSA192

COMERCIAL

4.1	Descripción de la aplicación	192
4.1.1	Trazo y replanteo.....	195
4.1.2	Excavación para viga perimetral.....	196
4.1.3	Acero para viga perimetral.....	197
4.1.4	Concreto en viga perimetral.....	198
4.1.5	Encofrado de losa.....	199
4.1.6	Instalaciones sanitarias (Red de agua y desagüe).....	200
4.1.7	Acero en losa.....	201
4.1.8	Concreto en losa.....	202
4.1.9	Marco básico para cimbrar muros.....	203
4.1.10	Instalación de columnetas.....	204
4.1.11	Instalación de muros.....	205
4.1.12	Instalación de platinas	207
4.1.13	Instalación de tapa pendiente.....	208
4.1.14	Instalación de vigas.....	209
4.1.15	Instalación de techo.....	210
4.1.16	Instalaciones eléctricas (Cableado eléctrico).....	212

4.1.17	Instalación de teja.....	214
4.1.18	Instalación de tapa de alero y tímpano.....	215
4.1.19	Instalación de tapa de cumbrera.....	216
4.1.20	Piso cerámico.....	217
4.1.21	Instalación de marco puerta	218
4.1.22	Instalación de marco ventana.....	219
4.1.23	Colocación de puerta.....	220
4.1.24	Colocación de ventana.....	221
4.1.25	Sellado hermético exterior e interior.....	222
4.1.26	Colocación de aparatos sanitarios.....	222
4.1.27	Colocación de luminarias.....	223
4.1.28	Colocación de cielo raso.....	224
CAPITULO 5 EVALUACION TECNICA ECONOMICA.....		225
5.1	Generalidades.....	225
5.2	Evaluación técnica.....	225
5.2.1	Rendimientos del sistema no convencional RBS.....	225
5.2.2	Consumo de materiales por m ² para cálculos estimados.....	226
5.2.3	Metrado de un Modulo Dormitorio	228
5.2.4	Análisis comparativo de rendimientos de mano de obra del sistema RBS	240
5.2.5	Cronograma de ejecución.....	244
5.2.6	Justificación del sistema no convencional RBS.....	245
5.3	Evaluación económica.....	248
5.3.1	Distribución de los componentes en porcentajes del sistema RBS	248
5.3.2	Costos estimados.....	248

5.3.3 Análisis comparativo económico.....	259
5.3.4 Recuperabilidad.....	261
5.3.5 Análisis comparativo de tiempos de ejecución.....	265
5.3.6 Análisis comparativo de costo mantenimiento.....	266
CAPITULO 6 CONCLUSIONES.....	270
CAPITULO 7 RECOMENDACIONES.....	274
CAPITULO 8 BIBLIOGRAFIA.....	276
CAPITULO 9 ANEXOS.....	280

CAPITULO I INTRODUCCION.

1.1 GENERALIDADES.

El desarrollo del plástico en la construcción no fue tarea fácil para las primeras industrias productoras. La fuerte tradición del uso de materiales convencionales, unido al desconocimiento de los nuevos productos fueron factores a vencer. El consumo comenzó a crecer como consecuencia, disminuir el precio de los plásticos lográndose entonces no solo ahorro en el costo del material sino también en la mano de obra, debido al menor tiempo de instalación, menor peso, mayor facilidad de carga y descarga. Entre los primeros productos fabricados con plástico que aparecieron en la construcción figuran las tuberías, sus accesorios para desagües y las tuberías para agua caliente. Hoy la lista es mucho más amplia y continua en aumento. La facilidad de fabricación y versatilidad de los plásticos, combinada con su durabilidad, resistencia, la relación de costo - eficacia, el bajo mantenimiento y resistencia a la corrosión, hacen de este material una elección acertada.

Desde los años 50, los edificios están utilizando en forma creciente plásticos en aplicaciones tales como tuberías, ventanas, techos, pisos, conducción y aislamiento de cables. Desde fechas más recientes también se los incluyen en el mobiliario para baños y montajes de cocina, espacios de medicina, aulas, casetas de campamento, oficinas, espacios de servicio que se desean recuperar o mover de lugar para poder obtener un local con urgencia con características de uso eficiente, y buena presentación.

El Grupo canadiense Tecnologías del Grupo Real (R.G.T)¹ constituye una empresa que tuvo sus inicios desde los años 1970, líder mundial en la extrusión de productos de PVC para la construcción (perfiles de ventanas, tuberías, recubrimientos, etc.) y el mayor extrusor en Norteamérica de dichos productos. Dicha empresa tiene a su cargo el Sistema RBS, el cual pasaremos a describir en el presente estudio.

El sistema RBS (Royal Building system) , es un revolucionario sistema constructivo basado en el uso de materiales tradicionales de manera no convencional, este sistema desarrollado por el grupo canadiense, comenzó a ganar mercado a nivel global, basado en sus notables ventajas técnicas como operativas.

En la actualidad, el grupo cuenta con más de 110 plantas industriales localizadas en Canadá, EEUU, Argentina, México, Colombia, China y Polonia. Con una superficie total 929 000 m² y mas de 8 000 operarios. La tecnología, maquinarias y materias primas utilizadas son desarrolladas y producidas especialmente por el grupo, integrando de esta forma todo el proceso. De esta manera el Perú importa de Colombia los materiales para poder implementar el sistema en nuestro país.

En todos los países descritos anteriormente el sistema se viene aplicando con muros rellenos de concreto. Mientras que en nuestro País se ha desarrollado el sistema RBS con muros sin relleno de concreto, manteniendo su característica eficiencia de uso y servicio. Las diversas propiedades de las diferentes resinas plásticas las hacen ventajosas para una gran gama de aplicaciones en la construcción.

¹ Royal Group Technologies – www.rbsdirect.com

De lo expuesto se concluye la relevancia del presente estudio a través de la presentación del sistema RBS cuyo protagonista es el PVC como una opción de sistema de construcción no convencional.

El objeto del presente trabajo es una contribución para dar a conocer a un nuevo sistema no convencional "Royal Building System" o RBS la traducción literal no es muy precisa en el sentido que se le quiere dar a la denominación del sistema, no es un sistema de construcción real sino un sistema de construcción que usaría la realeza en el mas amplio sentido del marketing.

Esta tesis pretende analizar los componentes de los Sistemas convencionales y no convencionales, para la fabricación de ambientes, de características similares y las correspondientes normas aplicables.

Posteriormente se realizará una evolución técnica comparativa dichos sistemas constructivos. Rendimientos, Propiedades, Costos estimados y por ultimo la justificación de los sistemas no convencionales.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo General

Documentar y Evaluar dentro del marco de construcción con materiales o sistemas no convencionales, el sistema RBS, en base a PVC.

Objetivo Especifico

Describir el proceso constructivo del sistema RBS en PVC.

Realizar la evaluación técnica económica del sistema RBS en PVC.

Definir las recomendaciones de uso del sistema RBS.

Definir el campo de aplicación de este sistema.

1.3 ORGANIZACIÓN Y CONTENIDO DE LA TESIS

La tesis ha sido desarrollada de forma sistemática cumpliendo con las formas y procedimientos de desarrollo de investigaciones precedido de documentaciones, iniciando con una introducción al tema y planteando los objetivos a alcanzar en el primer capítulo.

En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico que permitirá analizar y evaluar otros sistemas que compiten en el medio de la construcción el que se plantea en la presente tesis tales como: En el campo de las construcciones no convencionales describimos al Drywall, el PVC , el Poliestireno , las Formaletas , los Módulos de acero, en el área de construcción convencional estamos nombrando a la albañilería confinada , además de un tema que será necesario para el desarrollo de la tesis como el concreto simple y armado en cimentaciones.

En el tercer capítulo se realiza la respectiva descripción del sistema propiamente dicho RBS (Royal Building System), describimos las especificaciones, propiedades, procedimiento constructivo, mantenimiento, etc.

En el cuarto capítulo se describe la aplicación del sistema RBS en una construcción realizada en el Callao dentro de las instalaciones de Ransa Comercial.

En el quinto capítulo se realiza el análisis técnico y económico del sistema constructivo no convencional RBS, el cual describirá los costos, rendimientos, tiempos de construcción, ventajas, durabilidad. Para realizar un comparativo se utilizará los sistemas constructivos más frecuentes que hasta el momento son: en el sistema convencional de albañilería confinada, en el sistema no convencional el sistema Drywall, conjuntamente con el tema de nuestra presente tesis el sistema RBS.

En el sexto capítulo se presentan las conclusiones finales a las que se llegan después del presente estudio, las que responden a los objetivos planteados al inicio de la presente tesis.

En el séptimo capítulo se describe las recomendaciones que se hacen para prevenir fallas de corto o largo plazo, fallas en general que se pueden dar por malas aplicaciones o usos que no responden a lo estudiado en la presente investigación.

CAPITULO 2 MARCO TEORICO.

2.1 SISTEMAS DE CONSTRUCCION NO CONVENCIONALES.

Los Sistemas Constructivos No Convencionales son aquellos sistemas de edificación que emplean materiales y/o procesos constructivos que no poseen reglamentos aplicados a las normas nacionales.

El sistema constructivo no convencional se basa en la estructura liviana, aplicable en la construcción de cualquier recinto habitable, caracterizado por su gran facilidad de fabricación de sus partes, de armado en obra de desarme sin daño y por la conformación de sus estructuras, con piezas diseñadas que aseguran un seguro y estético afianzamiento de los elementos que concurren permitiendo además integrar aislamiento térmico y acústico en forma que se elimina las transiciones calóricas, sonoras al interior del recinto construido.

2.1.1 DRYWALL.

El sistema Drywall es de gran aplicación en la construcción, por sus diferentes ventajas técnicas y económicas. La placa de yeso esta formada por un núcleo de roca de yeso bihidratado, cuyas caras están revestidas con papel de celulosa especial. Al núcleo de yeso se le adhieren láminas de papel de fibra resistente. La unión de yeso y celulosa se produce como "amalgama" de moléculas de sulfato de calcio que fraguan, penetrando en el papel especial durante el proceso de fragüe en el tren formador. De la combinación de estos dos materiales, surgen las propiedades esenciales de la placa.

Las placas se producen en fábrica en línea continua de producción, proceso que comprende desde la molienda y calcinación del yeso hasta el corte de las placas y embalaje.

La placa de roca de yeso es el elemento esencial de este sistema constructivo en seco. Estas placas se atornillan o clavan sobre bastidores metálicos o de madera respectivamente, conformando paredes, cielorrasos o revestimientos.

2.1.1.1 Tipos de placas

Se fabrican placas Standard y placas especiales.

a) Placas Standard: (Placas de yeso Regular)

Este panel con su borde ahusado permite un mejor terminado en las juntas. Su superficie permite cualquier tipo de decoración y acabado. Se recomienda usar paneles de 1/2" de espesor para sistemas constructivos de una capa; paneles de 3/8" de espesor para sistemas constructivos de dos capas.

b) Placas especiales:

b.1) Placas de yeso resistente a la humedad

Se a desarrollado una placa especial, con mayor resistencia al a humedad que las tradicionales, tratando químicamente el papel multicapa de ambas caras y agregando a la mezcla de yeso componentes siliconadas. Su utilización esta indicada en ambientes con grado

hidrométrico alto. La placa es fácilmente reconocible porque el color del papel es verde. Ofrece una excelente base para la aplicación de cerámicas, azulejos y revestimientos plásticos.

No se recomienda usarla en cielorrasos a menos que se reduzca la distancia entre montantes a 30 cm, ni como barrera de vapor.

b.2) Placas de yeso resistente al fuego

Esta placa combina todas las ventajas de la placa de yeso Standard con la resistencia al fuego tradicional, ya que contiene en la mezcla de yeso, mayor cantidad de fibra de vidrio que cuidan la integridad de la placa bajo la acción del fuego.

Cumple con las normas ASTM C36 su uso esta indicado para sectores especificados como de alta resistencia al fuego, tales como revestimientos de escaleras, pasadizos de distribución de edificios, divisorios de unidades funcionales, cielorrasos, etc.

Tabla Nº 1: Tipo de placas de yeso, con sus medidas respectivas.

Tipo de Panel	Espesor (Pulg.)	Largo (m)	Ancho (m)
Placas tabiques y revestimientos	1/2"	1,22	2,44
	5/8"	1,22	2,44
Para cielos rasos juntas selladas:	3/8"	1,22	2,44
	1/2"	1,22	2,44
	5/8"	1,22	2,44
Placas resistentes a la humedad: (para tabiques y revestimientos en locales húmedos)	1/2"	1,22	2,44
	5/8"	1,22	2,44
Placas resistentes al fuego: (Para tabiques, revestimientos y	1/2"	1,22	2,44
	5/8"	1,22	2,44

cielorrasos)

2.1.1.2 Descripción de los elementos del Sistema Drywall

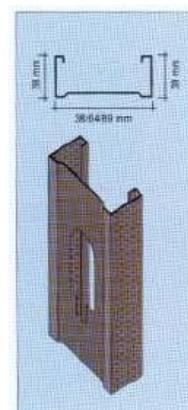
Los elementos metálicos constituyen el componente estructural del sistema Drywall. Estos son fabricados a partir de una lámina galvanizada de acero de calidad estructural, que es conformada en frío para producir diferentes tipos de secciones, mediante un proceso continuo de perfilado.

Los perfiles mas usados son los siguientes:

a) **Parante:** son de acero galvanizado compuesto por dos alas de longitud, 38mm, 64mm o 89mm. Presenta perforaciones en el alma para el paso de tuberías. Las alas son moldeadas para permitir la fijación de los tornillos autorroscantes (t1). Se proveen en largo Standard de 2,44 m, 3,05 m, y 3,66 m, según fabricante.

Usos: Forma parte del bastidor al que se atornillara la placa en paredes y cielorrasos. En cielorrasos suspendidos puede utilizarse también como viga maestra y vela rígida.

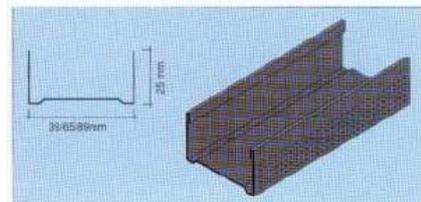
Figura 1.1. Parante



b) Riel: Elemento de colocación horizontal de acero galvanizado compuesto de dos alas de igual longitud de 25 mm y por un alma de longitud variable: 39 mm, 65 mm, 90mm. Se proveen en largos Standard de 3,05 m y 32,66 m y medidas especiales a pedido. Los rieles que a modo de solera horizontal son usados en la parte superior e inferior del muro o tabique Figura 1.2. Estos cumplen las siguientes funciones:

- Permiten anclar la estructura del muro o tabique al piso y al techo.
- Permiten alojar los parantes, que son fijados mediante tornillos.

Figura N° 1.2. Riel



Por lo general el espesor de estos perfiles es de 0,45 mm para tabiques, cielos rasos o elementos que no cumplen ninguna función estructural.

c) Perfil Omega: Perfil de sección trapezoidal construido en acero galvanizado de 60 x 22 mm Se provee en largos Standard de 3.0 m, se utiliza como clavadura en cielos rasos aplicados en revestimiento de muros.

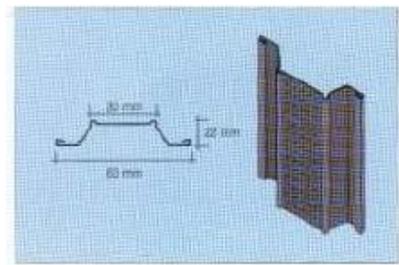


Figura 1.3. Perfil Omega

d) Accesorios de fijación: Se utilizan dos tipos principalmente. Para el armado de la estructura, se utilizan tornillos autorroscantes de cabeza Philips (estrella) tipo pan o wafer (según la forma de la cabeza) y que dependiendo del espesor de los elementos a unir pueden ser de punta fina o punta broca, en largos de 11(7/16"), 13 o 15 mm.

Para la fijación de las planchas sobre las estructuras de perfiles de acero galvanizado, se utilizan tornillos de tipo autorroscantes, en largos de 25(1"), 41 y 55 mm para aplicaciones de placas simple, doble o inclusive triple.

Adicionalmente se utilizan otros elementos de fijación como pueden ser clavos, longitudes de 3/4", colocados con pistolas de fulminantes para el anclaje de la estructura sobre el piso o losa de concreto, vigas y/o columnas.

Eventualmente, se pueden usar también tirafones o tarugos de nylon para este tipo de anclajes.

e) Elementos de terminación:

e.1 Masillas

Formuladas sobre la base de polímeros de alta calidad. Permiten realizar terminación en tabiques, cielos rasos y revestimientos para su posterior pintada, empapelada, etc.

Usos:

Masilla secado rápido (en polvo):

Se utiliza para sellar juntas entre las placas de yeso, adherir la cinta de papel y aplicar la primera mano de masilla de recubrimiento.

Masilla lista para usar:

Se utiliza para aplicar la última mano de masilla. Se puede utilizar para el sellado integral de la junta.

e.2 Cintas

- Cinta de papel

Elemento de terminación que consiste en una banda de papel celulósico fibrado de altas resistencias a la tensión de 50 mm de ancho premarcada al centro.

Usos: Se pega sobre la masilla en correspondencia con las juntas entre placas para reestablecer la continuidad de las superficies. Absorbe posibles movimientos impidiendo la aparición de fisuras superficiales.

- Cinta de malla autoadhesiva

Elemento de terminación formado por una banda de malla Autoadhesiva de fibras de vidrio cruzadas.

Usos: Sus características autoadhesivas la hacen especialmente útil para reparaciones de la placa.

- Cinta metálica

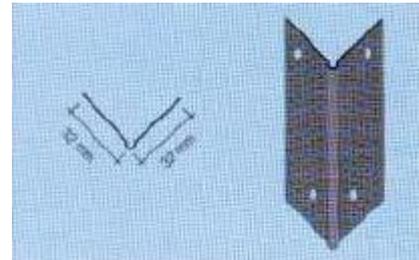
Elemento de terminación formado por una cinta flexible metálica.

Usos: Útil para cubrir cantos cuantos forman ángulos salientes diferentes a 90 grados.

e.3 Esquinero

Esquinero de metal galvanizado de 32 x 32 mm, con arista redondeada y ángulo ligeramente inferior a 90 grados, con perforación es para clavado y penetración de la masilla. Se proveen encargos Standard de 2,44 m y 3,025 m.

Figura1.4. Esquinero



e.4 Angulo de ajuste

Esquinero de metal galvanizado de 10 x 25 mm, con una cara lisa y la otra perforada. Se proveen en largos Standard de 2,44 m.

Usos: Se coloca para proteger los cantos vivos de la placa.

2.1.1.3 Aplicaciones en Paredes

Generalidades

La construcción de paredes se realiza mediante la colocación de una estructura metálica compuesta por parantes y rieles a las que se atornillan placas de yeso de $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm) o $\frac{5}{8}$ " (15,9 mm).

Aplicaciones:

a) Pared Simple

Formada por un bastidor metálico de 65 mm y parantes de 64 mm, separados cada 48,8 cm como máximo al que se atornillan placas de yeso de $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm), obteniendo un espesor total de 8,9 cm.

Se puede utilizar placa de yeso de $\frac{5}{8}$ " (15,9 mm) de cada lado, logrando un espesor total de 9,6 cm.

b) Pared Doble

Formada por un bastidor metálico de rieles de 65 mm y parantes de 64 mm separados cada 40,6 o 61 cm. Sobre este se colocan las placas de yeso en posición vertical. Luego se colocan en una segunda capa las placas en posición horizontal, conformando una pared de espesor total de 11,5 o 12,8 cm. Se utiliza como divisorio de unidades funcionales, y en el caso de que se requiera mayor aislamiento acústico o mayor resistencia

mecánica, en medios exigidos de salida, como así también para mayor aislamiento ignífugo.

c) Media Pared

Formada por un bastidor metálico de rieles de 65 mm u parantes de 64mm separados cada 40,6 o 48,8 cm como máximo, emplacada en una sola cara con placa de $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm) o $\frac{5}{8}$ " (15,9 mm) de espesor, se utiliza para: cerramiento de ductos, revestimiento donde se necesita aislamiento, etc.

d) Pared Real

Esta formada por un bastidor perimetral de madera de 1" x 2" al que se le clavan placas de yeso de $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm) en cada cara. Dichas placas están separadas por fajas de la misma placa de 25 mm de espesor y 10 cm de ancho, constituyendo estas la estructuras de apoyo vertical.

Estas fajas se colocan cada 61cm, adheridas con masillas para juntas a la placa.

El espesor total de la pared resulta así de (2") 50,8 mm si se utilizan dos fajas pegadas o de (3") 76,2 mm si se utilizan cuatro fajas pegadas entre si. Se utiliza como divisorio de ambientes.

e) Paredes Especiales

i. Pared y Cielo curvo

La estructura se realiza separando los montantes cada 15 o 20 cm, la solera y

Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (mm)	Peso/plancha (kg)	Peso/m ² (kg)
2,44	1,22	6	24,6	8,28
2,44	1,22	8	32,8	11,02
2,44	1,22	12	49,2	16,53

ii. Pared para sala de rayos X

Conformada por una doble estructura y una plancha de plomo unida a esta con remaches pop.

Se utiliza placas de ½" (12,7 mm) o 5/8"(15,9 mm) espesor.

2.1.1.4 Montaje del Sistema Drywall

El armado del sistema Drywall al margen del tipo de patente o marca consiste básicamente en los siguientes pasos:

- a) Trazo y Replanteo
- b) Colocación de Rieles
- c) Colocación de los parantes
- d) Emplacado
- e) Sellado de juntas y Masillado

2.1.1.5 Peso de la Tabaquería Drywall

El sistema Drywall tiene dos clases de presentación:

Superboard Recto: Bordes Rectos

Superboard Bisel: Bordes Biselados

Tabla Nº 2: Superboard Recto

Tabla N° 3: Superboard Bisel

Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (mm)	Peso/plancha (kg)	Peso/m² (kg)
2,44	1,22	4	16,4	5,51
2,44	1,22	6	24,6	8,28
2,44	1,22	8	32,8	11,02
2,44	1,22	12	49,2	16,53

2.1.1.6 Transporte y Almacenamiento

Todos los productos deben ser almacenados en un lugar con superficies planas teniendo cuidado de proteger los bordes y esquinas.

Las plataformas de los camiones deben ser rígidas, planas y libres de elementos extraños.

Cada paquete debe tener su transportador de madera.

Número de planchas por paquete = 100

Número de paquetes por ruma = 2

Al mover las planchas están deben ser levantadas en posición vertical sujetándolas por los bordes. Mantener secas antes de instaladas y pintar.

2.1.1.7 Propiedades del Sistema Drywall

a) Durabilidad

Los productos de fibrocemento Superboard, no se pudren, son resistentes a los efectos de agua, salinidad y polillas.

b) Resistencia al fuego

Los productos de fibrocemento Superboard se mantienen inalterables para rangos de 0° C a 105° C.

2.1.2 PVC.

El PVC es el material usado en el sistema constructivo no convencional RBS.

2.1.2.1 Orígenes.

El cloruro de vinilo (monómero) fue descubierto por Regnault en 1835, al tratar el 1,2-dicloroetano con una solución alcohólica de potasa cáustica. De forma casual, también descubrió el polímero al haber expuesto a la luz un tubo de ensayo conteniendo monómero.

En 1872 Bauman pudo polimerizar el monómero y consiguió establecer algunas propiedades del termoplástico.

Ostromislensky, en 1912, trabajando en la síntesis del caucho, estableció las condiciones de polimerización del cloruro de vinilo que sirvieron de base a las técnicas empleadas en Alemania en 1930.

Solamente quedaba una pequeña laguna. El polímero obtenido era excesivamente rígido y no apto para los usos industriales, más si se tiene en cuenta que se perseguía, durante años, el conseguir un nuevo producto símil-caucho. Este inconveniente pudo ser superado merced al descubrimiento de Senón, en 1932, de la plastificación del policloruro de vinilo. Las excelentes propiedades de estos materiales, desde el punto de vista de su utilización práctica, han impulsado de manera sorprendente y definitiva la producción mundial del policloruro de vinilo (PVC) ,así como las técnicas de su polimerización.

A pesar de los progresos alcanzados en cuanto se refiere a métodos de obtención, propiedades, posibilidades de plastificación, etc., su máxima expansión no se alcanza hasta que la industria auxiliar productora de máquinas y elementos de transformación pone al día sus programas y ofrece al industrial el utillaje adecuado para control y transformación del PVC.

Es un hecho bien conocido el enorme incremento del consumo de este polímero en todo el mundo, al aparecer extrusoras capaces de conseguir perfiles de grandes dimensiones (conductos de más de 1 m de diámetro) y máquinas de inyección con capacidad para piezas de más de 12 kg de peso.

Además de las excelentes propiedades del polímero, ha contribuido enormemente a su expansión el que las primeras materias de que se obtiene son de gran abundancia y módico precio.

2.1.2.2 Definición de PVC.

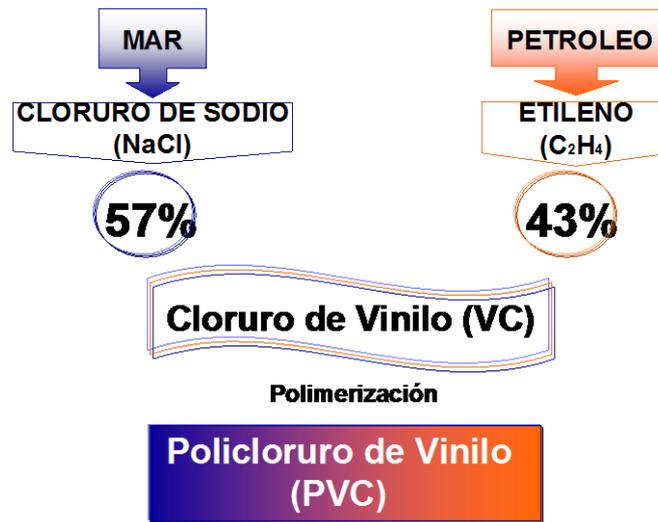
El Policloruro de Vinilo (PVC) es una materia plástica artificial que se presenta en su forma original como un polvo de color blanco, aventajando a otros plásticos por la variedad de posibilidades de transformación y aplicaciones.

Se obtiene por la polimerización del monómero Cloruro de Vinilo, cuya fabricación se realiza a partir de Cloro y Etileno.

Fundamentalmente se parte del acetileno y etileno, como productos orgánicos y del cloro, procedente del cloruro de hidrógeno y del cloruro de

sodio, como material inorgánico. La molécula de PVC contiene 43% de su peso en etileno y el 57% en cloro.

Figura 1.5. Policloruro de Vinilo



El cloruro de vinilo (monómero) es un gas de olor etéreo que tiene un límite de inflamabilidad bajo y su manejo es peligroso por el riesgo de explosión (hierve a $-13,9^{\circ}\text{C}$). Puede ser almacenado sin inhibidores, pero a temperaturas de -40 a -50°C o en atmósfera de nitrógeno

2.1.2.3 Polimerización.

Por polimerización se entiende una reacción química, en el curso de la cual la adición sucesiva y rápida de combinaciones monoméricas, susceptibles de producir reacciones, conduce a la formación de macromoléculas que se denominan Polímeros. Estas macromoléculas pueden estar compuestas de miles de moléculas de base y son el origen de todos los materiales plásticos.

El monómero puede ser polimerizado usando técnicas muy distintas, pero, sin embargo, cuando se trata de producir polímeros muy uniformes a escala industrial, se siguen preferentemente los siguientes sistemas:

a) Polimerización en emulsión - Es el más utilizado de todos los procesos debido a las condiciones ventajosas que presenta:

- Tiempos de operación más cortos que por cualquier otro método.
- Da lugar a polímeros muy uniformes obteniendo un gran rendimiento de la reacción.
- El producto final aparece en forma de látex, presentación altamente adecuada para posteriores transformaciones.
- Fácil control de la temperatura (reacción exotérmica) debido a la facilidad de disipación del calor a través del agua.

Tal vez su más apreciada peculiaridad sea la posibilidad de fabricación de forma continua.

El único inconveniente en este tipo de polimerización estriba en que el polímero resulta contaminado por los agentes solubles en el agua (agentes de emulsión, en especial, que disminuyen su pureza mermando algunas propiedades, como la estabilidad a la luz, al calor y mayor absorción de agua de los productos acabados).

b) Polimerización en suspensión - Sigue en importancia a la anterior.

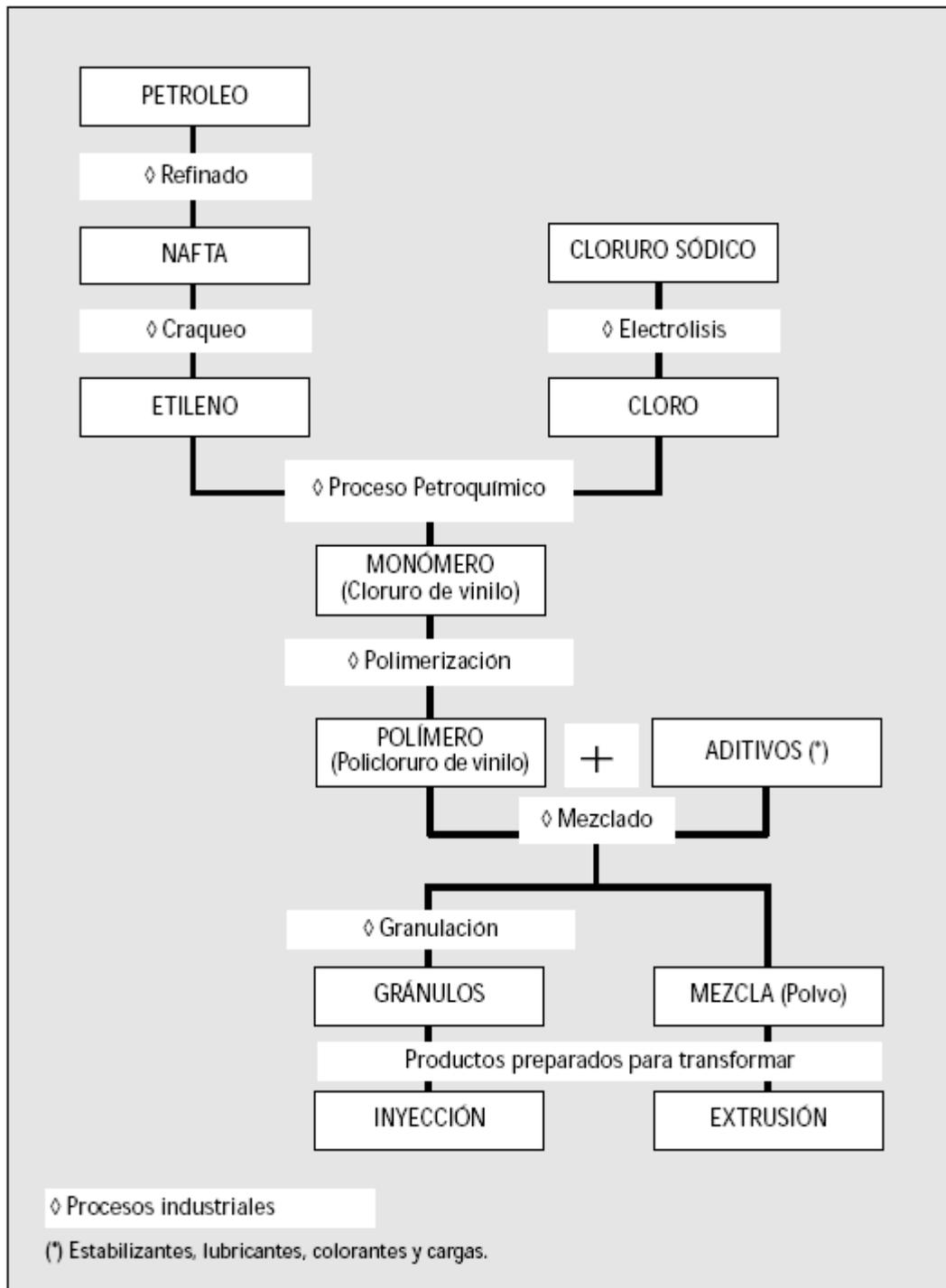
La temperatura ha de ser perfectamente controlada, para evitar aglomeración de las perlas:

- Debido a la ausencia de agentes de emulsión, la dispersión ha de conseguirse por agitación fuerte.

c) Polimerización en masa - Este procedimiento permite evitar el agua y los dispersantes, aunque con una cierta dificultad para evacuar el calor de la reacción. El PVC así fabricado está exento de agentes de ayuda, presentando una estructura ventajosa en su aplicación.

Las resinas utilizadas actualmente en la fabricación de tubos son principalmente obtenidas por suspensión, aunque también pueden utilizarse los polimerizados en masa.

Figura 1.6. Cadena de producción del PVC a partir del Petróleo y Sal



2.1.2.4 Propiedades del PVC.

Es un material termoplástico, inodoro e insípido y no tóxico. Químicamente inerte, es suministrado en forma de polvo blanco amorfo opaco.

Insoluble en agua y muy resistente a los agentes químicos como ácidos, álcalis, aceites y alcoholes. Tampoco es soluble en los disolventes corrientes.

Todas las propiedades varían en función del peso molecular del plástico, así como por las proporciones y tipos de los aditivos (cargas y plastificantes) y por el sistema de polimerización empleado para su obtención.

a) Termoplasticidad

El PVC es un termoplástico, de forma que cuando la temperatura se eleva se reblandece y al enfriar se endurece.

El reblandecimiento (o pérdida de rigidez) comienza a los 40° C y se acentúa hasta la transición vítrea ($\pm 80^{\circ}$ C), por lo que las tuberías fabricadas en PVC no pueden utilizarse para temperaturas superiores a 60° C perdiendo en este caso sus características mecánicas.

En su utilización el PVC debe ser suficiente blando para poder darle forma. Esta etapa llamada de Gelificación, se produce generalmente a la temperatura entre 150 y 220° C.

El PVC no retícula por lo que es sensible a la fluencia, llamándose así a la deformación lenta bajo carga, por desarrollo de las moléculas y deslizamiento de unas respecto a otras.

b) Estabilidad térmica

Cuando el PVC es calentado tiene tendencia a descomponerse por desprendimiento de ácido clorhídrico.

Entre 80 y 90° C la descomposición se hace sensible después de algunas horas. A la temperatura de 150 a 220° C se produce en algunos segundos. La descomposición es autocatalítica, es decir, que el ácido clorhídrico formado, cataliza la descomposición y la acelera.

Cuando un cierto número de dobles enlaces están presentes en la cadena molecular, comienzan a absorber la luz visible, iniciándose por las radiaciones de onda corta UV (ultravioleta), violeta y luego azul, lo que modifica la apariencia del PVC que toma primeramente una coloración amarillenta, luego amarilla, después marrón y finalmente negra.

El PVC especial para compuestos flexibles, debe poseer suficiente y uniforme porosidad para absorber los plastificantes rápidamente. Para compuestos rígidos, la porosidad es menos importante, debido a que a menor rango se obtiene mayor densidad aparente.

Para formular un compuesto de PVC, se requiere escoger la resina conforme a los requerimientos en propiedades físicas finales, como flexibilidad, procesabilidad y aplicación para un producto determinado.

La gran polaridad que proporciona el átomo de cloro transforma al PVC en un material rígido. El PVC acepta fácilmente diversos plastificantes, modificándolo en flexible y elástico. Esto explica la gran versatilidad que caracteriza a este polímero, empleado para fabricar artículos de gran rigidez y accesorios para tuberías, productos semiflexibles como perfiles para persianas y otros muy flexibles como sandalias y películas.

La estructura del PVC puede ser comparada con la del Polietileno. La diferencia radica en que un átomo de la cadena del Polietileno es sustituido por un átomo de cloro en la molécula de PVC. Este átomo aumenta la atracción entre las cadenas polivinílicas, dando como resultado un polímero rígido y duro.

2.1.2.4.1 Características del PVC

a. Forma y Tamaño de la Partícula:

Su forma es esférica y en algunos casos es similar a una bola de algodón. El tamaño varía según se trate de resina en suspensión o en masa. En el caso de la resina en suspensión, el diámetro de la partícula va de 40 micrones (resina de mezcla) a 80-120 micrones (resina de uso general). En el caso de resina en masa, el diámetro de la partícula es de 0,8 a 10 micrones.

b. Porosidad de la Partícula:

Es característica de cada tipo de resina. A mayor porosidad, mayor facilidad para la absorción del plastificante, acortándose los ciclos de

mezclado y eliminando la posibilidad de que aparezcan “ojos de pescado” en el producto terminado.

c. Resistente y liviano:

Su fortaleza ante la abrasión, bajo peso (1,4 g/cm³), resistencia mecánica y al impacto, son las ventajas técnicas claves para su elección en la edificación y construcción.

d. Versatilidad:

Gracias a la utilización de aditivos tales como estabilizantes, plastificantes y otros, el PVC puede transformarse en un material rígido o flexible, teniendo así gran variedad de aplicaciones.

f. Longevidad.

Es un material excepcionalmente resistente. Los productos de PVC pueden durar hasta más de 60 años como se comprueba en aplicaciones tales como tuberías para conducción de agua potable y sanitaria. Una evolución similar ocurre con los marcos de puertas y ventanas en PVC.

g. Seguridad:

Debido al cloro que forma parte del polímero PVC, no se quema con facilidad ni arde por si solo y deja de arder una vez que la fuente de calor se ha retirado. Se emplea eficazmente para aislar y proteger cables eléctricos en el hogar, oficinas y en las industrias. Los perfiles de PVC empleados en la construcción para recubrimientos, cielorrasos, puertas y ventanas, tienen también esta propiedad de ignífugos.

2.1.2.5 Policloruro de Vinilo (PVC) y el medioambiente:

El reciclaje del PVC históricamente, sucede desde el comienzo de su producción. Sin embargo, sólo tomó impulso de forma más organizada con los movimientos ecológicos en los países desarrollados. La razón es que los residuos de materiales plásticos vienen aumentando en volumen por varios factores, como crecimiento poblacional, aumento del poder adquisitivo y mayor utilización de los embalajes plásticos debido a la facilidad de transporte, distribución y disminución de desperdicio de alimentos, principalmente.

Las piezas de plástico tienen pequeña participación en peso en la basura.

El largo ciclo de vida útil de los productos de PVC termina por aumentar el tiempo necesario para que se transformen en residuos. Se puede decir que el 64% de los productos de PVC tienen vida útil entre 15 y 100 años. Otros 24% de 2 a 15 años del 24% sólo el 12% son considerados descartables con durabilidad de hasta 2 años.

2.1.2.5.1 Aplicaciones del PVC reciclado

El PVC reciclado tiene diversas aplicaciones como tubos de desagües y electroductos, en refuerzos para calzados, juntas de dilatación para concreto, perfiles, conos de señalización, suelas, laminados flexibles, mangueras para jardín, estrados, etc. Mientras tanto, las legislaciones y normas técnicas en el mundo entero prohíben el uso de plástico y otros materiales reciclados en embalajes en contacto con

alimentos y remedios, transporte de agua potable y artículos médico-hospitalarios.

Eso ocurre pues los recicladores no siempre conocen el origen de los residuos y sus procesos no garantizan completa descontaminación. Mientras tanto, en algunos países ya se permite la utilización de plásticos reciclados como capa intermediaria en embalajes de alimentos. La condición es que esa capa no entre en contacto con el alimento envasado.

a) Tipos de Reciclaje:

Existen tres tipos de reciclaje y el PVC puede ser utilizado en cada uno de ellos, que tiene siempre una finalidad específica:

a1. Reciclaje mecánico: Proceso que consiste en la combinación de una o más operaciones industriales para el reaprovechamiento del material descartado, transformándolo en granos para la fabricación de otros productos o aún en productos directamente.

a2. Reciclaje energético: Consiste en el proceso tecnológico avanzado, que pretende la recuperación de la energía contenida en los residuos plásticos. El principal equipamiento utilizado es el incinerador que funciona a altísimas temperaturas y severos controles de emisiones, garantizando perfecta armonía con el medio ambiente.

a3. Reciclaje químico: Consiste en un proceso tecnológico donde se realiza la conversión de los residuos plásticos en materias primas petroquímicas básicas (retorno al origen).

2.1.2.6 Transformación y tratamientos.

Puede ser moldeado por extrusión, inyección, compresión y calandrado. Laminados de todas clases y estampados en relieve.

- **Extrusión:** El material termoplástico se introduce en forma de gránulos por el embudo o tolva de alimentación de la extrusora y cae en un cilindro previamente calentado.

El cilindro consta de un husillo o tornillo de grandes dimensiones que desplaza el material fundido forzándolo a pasar por una boquilla o molde de salida. El material ya conformado se enfría lentamente y se solidifica en un baño de refrigeración. Por último se recogen las piezas obtenidas mediante un sistema de arrastre. Aplicaciones: perfiles para rematar obras, recubrimientos aislantes para cables eléctricos, tubos para cañerías y tuberías.

- **Inyección:** El material en forma de granza se introduce en un recipiente que, por efecto del calor y de la presión, adquiere gran plasticidad. Un émbolo comprime la masa y la inyecta en el interior del molde a través de una o varias boquillas. Después de haber endurecido, se abre el molde y se saca la pieza. Aplicaciones: utensilios domésticos (cubos, recipientes, etc.) y juguetes.

- **Compresión:** Se introduce el material termoestable en forma de polvo o gránulos en un molde matriz. Se comprime con un contramolde, mientras un sistema de recalentamiento reblandece el material. El material adopta la forma de la cavidad interna de ambos moldes. Seguidamente se refrigera y se extrae la pieza ya conformada del molde.

Aplicaciones: recipientes para productos de alimentación, carcasas de máquinas como electrodomésticos.

- Calandrado: Se hace pasar el termoplástico y elastómeros procedentes de la extrusión por entre unos rodillos giratorios con el fin de obtener láminas y planchas continuas. Con el calandrado se pueden conseguir superficies con distintos acabados (brillo, mate, etc.) dependiendo del recubrimiento del último rodillo.

Aplicaciones: acabados mate o brillante de superficies, como encimeras, muebles de cocina.

2.1.2.7 Aplicaciones del PVC.

Entre las múltiples aplicaciones del PVC, relacionamos algunas de ellas:

Planchas, hojas delgadas, films, cuero artificial, tejidos impermeables, aparatos para la industria química, revestimiento de depósitos, pavimentos, flotadores, juguetería, aparatos eléctricos y sanitarios, válvulas, pinturas, espumas (rígidas o no, cuyo peso llega a ser de 15 kg/m³), recubrimiento de cables, envases, componentes del automóvil, embalajes, piezas técnicas destinadas a electrónica y burótica, mobiliario de jardín, placas onduladas para tejados, carpintería de PVC, paneles de muros, hasta aplicaciones concretas.

Construcción e infraestructura

Electrónica y Comunicaciones

Automotores

Salud

Empaques y envases

Materiales de PVC

Vestuario y calzado

Figura 1.7 Materiales para construcción “Perfiles RBS”

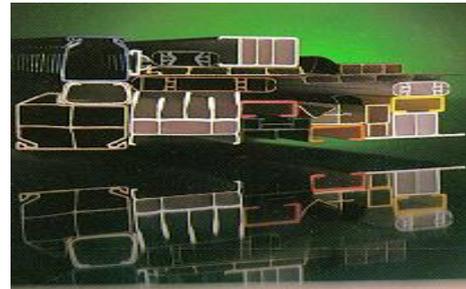


Figura 1.7. El material utilizado para la fabricación de perfiles Royal, es un compuesto de mezcla seca de PVC sólido que proporciona características únicas dirigidas al campo arquitectónico. Esta mezcla está elaborada con Policloruro de Vinilo (PVC), modificadores Acrílicos, ceras, lubricantes, estabilizadores de estaño, protectores de rayos ultravioleta, supresores de humo y llama, pigmentos y rellenos.

2.1.3 POLIESTIRENO.

El poliestireno es el material mas usado en el sistema constructivo no convencional thermomuros.

El poliestireno (PS) es un [polímero termoplástico](#) que se obtiene de la [polimerización](#) del [estireno](#). Llamado comúnmente como Tecnopor.

2.1.3.1 Tipos de poliestireno

Existen tres tipos principales: el [PS cristal](#), que es transparente, [rígido](#) y quebradizo; el [PS choque](#), resistente y [opaco](#), y el PS expandido , muy ligero. Las aplicaciones principales del PS choque y el PS cristal son la fabricación de envases mediante [extrusión](#)-termoformado y de objetos diversos mediante [moldeo por inyección](#). La forma expandida se emplea principalmente como [aislante térmico](#) en construcción.

De los tres tipos de poliestirenos mencionados anteriormente, ahondaremos en el poliestireno expandido.

a) Poliestireno expandido.

Es un material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas pre-expandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire.

2.1.3.2 Propiedades.

a) Densidad

Los productos y artículos terminados en poliestireno expandido se caracterizan por ser extraordinariamente ligeros aunque resistentes. En función de la aplicación las densidades se sitúan en el intervalo que va desde los 10 kg/m³ hasta los 35 kg/m³.

b) Color

El color natural de poliestireno expandido es blanco, esto se debe a la refracción de la luz.

c) Resistencia mecánica

La densidad del material guarda una estrecha relación con las propiedades de resistencia mecánica. Los gráficos a continuación muestran los valores alcanzados sobre estas propiedades en función de la densidad aparente de los materiales de poliestireno expandido.

d) Aislamiento térmico

Los productos y materiales de poliestireno expandido presentan una excelente capacidad de aislamiento térmico. De hecho, muchas de sus aplicaciones están directamente relacionadas con esta propiedad: por ejemplo cuando se utiliza como material aislante de los diferentes cerramientos de los edificios o en el campo del envase y embalaje de alimentos frescos y perecederos como por ejemplo las cajas de pescado.

Esta buena capacidad de aislamiento térmico se debe a la propia estructura del material que esencialmente consiste en aire ocluido dentro de una estructura celular conformada por el poliestireno. Aproximadamente un 98% del volumen del material es aire y únicamente un 2% materia sólida (poliestireno), siendo el aire en reposo es un excelente aislante térmico.

La capacidad de aislamiento térmico de un material está definida por su coeficiente de conductividad térmica que en el caso de los productos de EPS varía, al igual que las propiedades mecánicas, con la densidad aparente.

e) Comportamiento frente al agua y vapor de agua.

El poliestireno expandido no es higroscópico, a diferencia de lo que sucede con otros materiales del sector del aislamiento y embalaje. Incluso sumergiendo el material completamente en agua los niveles de absorción son mínimos con valores oscilando entre el 1% y el 3% en volumen (ensayo por inmersión después de 28 días).

f) Estabilidad frente a la temperatura.

El rango de temperaturas en el que este material puede utilizarse con total seguridad sin que sus propiedades se vean afectadas no tiene limitación alguna por el extremo inferior (excepto las variaciones dimensionales por contracción). Con respecto al extremo superior el límite de temperaturas de uso se sitúa alrededor de los 100° C para acciones de corta duración, y alrededor de los 80° C para acciones continuadas y con el material sometido a una carga de 20 kPa.

g) Comportamiento frente a factores atmosféricos.

La radiación ultravioleta es prácticamente el único factor que reviste importancia. Bajo la acción prolongada de la luz UV (ultravioleta), la superficie del EPS se torna amarillenta y se vuelve frágil, de manera que la lluvia y el viento logran erosionarla. Dichos efectos pueden evitarse con medidas sencillas, en las aplicaciones de construcción con pinturas, revestimientos y recubrimientos.

h) Comportamiento frente al fuego

Las materias primas del poliestireno expandido son polímeros de estireno que contienen una mezcla de hidrocarburos de bajo punto de ebullición como agente de expansión. Todos ellos son materiales combustibles.

El agente de expansión se volatiliza progresivamente en el proceso de transformación.

En ausencia de un foco de ignición los productos de descomposición térmica no se inflaman hasta alcanzar temperaturas del orden de los 400 - 500° C.

2.1.3.2.1 Propiedades químicas.

El poliestireno expandido es estable frente a muchos productos químicos. Si se utilizan adhesivos, pinturas disolventes y vapores concentrados de estos productos, hay que esperar un ataque de estas sustancias.

Tabla Nº 4: Estabilidad química del poliestireno expandido.

SUSTANCIA ACTIVA	ESTABILIDAD
Solucion salina/ Agua de mar	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Jabones y soluciones de tensioactivos	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Lejías	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácidos diluidos	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácido clorhídrico (al 35%), ácido nítrico (al 50%)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácidos concentrados (sin agua) al 100%	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Soluciones alcalinas	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Disolventes orgánicos (acetona, esterios, etc.)	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Hidrocarburos alifáticos saturados	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Aceite de diesel	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Carburantes	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Alcoholes (metanol, etanol)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada

2.1.3.1.2 Propiedades biológicas

El poliestireno expandido no constituye sustrato nutritivo alguno para los microorganismos. Es imputrescible, no enmohece y no se descompone. No obstante, en presencia de mucha suciedad el EPS puede hacer de portador de microorganismos, sin participar en el proceso biológico. Tampoco se ve atacado por las bacterias del suelo. Los

productos de EPS cumplen con las exigencias sanitarias, con lo que pueden utilizarse con seguridad en la fabricación de artículos de embalaje de alimentos.

El EPS no tiene ninguna influencia medioambiental perjudicial, no es peligroso para las aguas. Se pueden adjuntar a los residuos domésticos o bien ser incinerados.

2.1.2.1.3 Propiedades eléctricas.

El poliestireno tiene muy baja [conductividad eléctrica](#) (típicamente de 10^{-16} S m⁻¹), es decir, es un [aislante](#). Por sus propiedades suele usarse en las instalaciones de alta frecuencia.

Figura 1.8. Fragmento de Poliestireno Expandido



2.1.3.3 Aplicaciones

Las ventajas principales del poliestireno son su facilidad de uso y su coste relativamente bajo. Sus principales desventajas son su baja resistencia a la alta temperatura (se deforma a menos de 100° C, excepto en el caso del poliestireno sindiotáctico) y su resistencia mecánica

modesta. Estas ventajas y desventajas determinan las aplicaciones de los distintos tipos de poliestireno.

El poliestireno choque se utiliza principalmente en la fabricación de objetos mediante [moldeo por inyección](#). Algunos ejemplos: carcasas de [televisores](#), [impresoras](#), [puertas](#) e interiores de [frigoríficos](#), maquinillas de afeitar desechables, [juguetes](#). Según las aplicaciones se le pueden añadir [aditivos](#) como por ejemplo sustancias ignífugas o colorantes.

El poliestireno cristal se utiliza también en moldeo por inyección, ahí donde la [transparencia](#) y el bajo coste son importantes. Ejemplos: cajas de CD, perchas, cajas para huevos. Otra aplicación muy importante es en la producción de espumas rígidas, denominadas a veces "poliestireno extruido" o XPS (no confundir con el poliestireno expandido EPS). Estas espumas XPS se utilizan por ejemplo para las bandejas de carne de los supermercados, así como en la construcción.

La forma expandida (poliestireno expandido) se utiliza como aislante térmico y acústico y es ampliamente conocido bajo diversas marcas comerciales.

Por sus propiedades, también se emplea en diversos casos en la [indumentaria deportiva](#), por ejemplo, por tener la propiedad de flotar en agua, se usa en la fabricación de [chalecos salvavidas](#) y otros artículos para los deportes acuáticos; o por sus propiedades ligeras y [amortiguadoras](#), se usa en la fabricación de [casco de ciclismo](#).

2.1.4 FORMALETAS

Muros de ductilidad limitada

Los Muros de Ductilidad Limitada son catalogados dentro de los sistemas estructurales de Muros Portantes, este sistema de estructuración

se ha venido aplicando en nuestro país, con una gran intensidad, desde comienzos de la década del 2000.

Su característica principal consiste en la alta resistencia que poseen debido a la significativa cantidad de áreas de muros estructurales.

Los sistemas para resistir las cargas de gravedad y las cargas laterales de viento o sismo, están compuestos por muros de concreto armado de espesores reducidos, reforzados con acero corrugado convencional en los extremos y malla electro soldada o barras corrugadas en el alma del muro, generalmente en una sola capa de refuerzo, pues los espesores típicos suelen ser menores a los 15 cm.

El máximo número de pisos que se puede construir con este sistema es de 7².

Cuando se emplea este sistema en edificios de mayor altura, los pisos inferiores por debajo de los 6 últimos niveles deberán estar necesariamente estructurados en base a muros de concreto armado con espesores mayores o iguales a 0,15 m que permitan confinar sus extremos con estribos. Para el análisis y diseño sísmico del edificio se deberá usar $R = 4$ o $R = 4 \times \frac{3}{4}$ si el edificio fuera irregular.

2.1.4.1 Características.

- a) Arquitectura simple: Muro sobre Muro.
- b) Relación de aspecto: Baja, menor que 3.
- c) Densidad de Muros: Alta, mayor al 2%

² Resolución Ministerial N° 315-2004- Ministerio de Vivienda del 14 de Diciembre.

- d) Luces: Pequeñas, menores a 6 m.
- e) Altura de entrepiso: Entre 2,30 y 3,00 m.
- f) Se usan dinteles, con alfeizeres aislados.
- g) Cimentados generalmente sobre plateas de cimentación.

2.1.4.2 Materiales

La resistencia a la compresión del concreto en los Muros de Ductilidad Limitada, debe ser como mínimo $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, salvo en los sistemas de transferencia donde se debe usar $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 1.9. Concreto
Slump = 10"
 $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$



El diseño de mezclas para los muros de espesores reducidos, debe tomar en cuenta las consideraciones de trabajabilidad.

Con respecto al acero de las barras de refuerzo en los muros, deben cumplir con la ductilidad necesaria, son de grado 60 siguiendo las especificaciones ASTM A615 u ASTM A706.

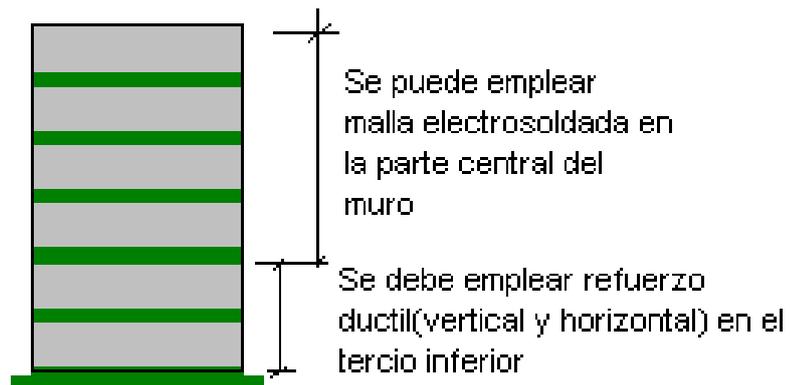
Se puede usar malla electrosoldada corrugada con especificaciones ASTM A496 y A497 con las limitaciones que redactaremos en el siguiente punto.

2.1.4.3 Diseño de muros.

El espesor mínimo de los muros de ductilidad limitada es de 0,10m.

Se puede usar malla electrosoldada como refuerzo repartido de los muros de edificios de hasta 3 pisos y, en el caso de mayor número de pisos, se puede usar mallas sólo en los pisos superiores, siempre y cuando el acero cumpla con la trabajabilidad para el diseño de mezclas en los muros, en el tercio inferior de la altura.

Figura 2.0. Ubicación de malla electrosoldada



Si en el sistema se usa malla electrosoldada, para el diseño debe emplearse como esfuerzo de fluencia, el valor máximo de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 2.1. Ejemplo de lo expuesto anteriormente.



En edificios de mas de tres pisos, debe proveerse del refuerzo necesario para garantizar una resistencia nominal a flexo compresión del muro por lo menos igual a 1,2 veces el momento de agrietamiento de su sección. Esta disposición podrá limitarse al tercio inferior del edificio y a no menos de los dos primeros pisos.

2.1.4.4 Diseño de losa de entrepisos y techos

Se puede emplear malla electrosoldada para el diseño de las losas, debiéndose cumplir los espaciamientos máximos.

Se puede emplear redistribución de momentos hasta en un 20%, sólo cuando el acero de refuerzo cumpla con su respectiva trabajabilidad en los muros de concreto.

2.1.4.5 Diseño de la cimentación

Las plateas superficiales de cimentación tienen uñas con una profundidad mínima por debajo de la losa o del nivel exterior, el que sea mas bajo, de 0,6 m en la zona de los límites de propiedad y 2 veces el espesor de la losa en zonas interiores.

2.1.4.6 Modelo para el análisis de los Muros de Ductilidad Limitada

Para lograr una aceptable representación de la rigidez del edificio y de la distribución de las solicitaciones internas, se debe desarrollar un modo que tome en cuenta la interacción entre muros de direcciones perpendiculares. Para tal efecto, es necesario compatibilizar las deformaciones verticales en las zonas comunes de los muros en ambas

direcciones, tanto para las solicitaciones sísmicas como para cargas de gravedad.

Como alternativa de análisis se puede emplear modelos pseudo tridimensionales de pórticos planos, considerando la contribución de los muros perpendiculares.

La longitud de la alerta contribuyente a cada lado del alma debe ser el menor valor entre el 10% de la altura total del muro y la mitad de la distancia al muro adyacente paralelo.

Fotografía 1: Edificio de doce pisos, en el cual el espesor de muro de los seis primeros pisos eran de 15 cm , los restantes fueron de un espesor de 10 cm.



2.1.5 MÓDULOS DE ACERO

En el presente estudio ahondaremos en el sistema basado en contenedores:

2.1.5.1 SISTEMA BASADO EN CONTENEDORES

Desarrollado con estándares de calidad que permiten ofrecer en venta o alquiler contenedores marítimos transformados y acondicionados para diversos usos:

Como almacenes, oficinas, comedores, laboratorios, servicios higiénicos, cocinas, dormitorios, postas médicas, entre otros.

Las edificaciones pueden ser de varios pisos debido a que los contenedores marítimos son apilables y de gran resistencia estructural.

De acuerdo con las aplicaciones de su uso, los contenedores son diseñados y habilitados apropiadamente utilizando sistemas, equipos y materiales de primera calidad.

Revestimiento interior con material aislante; instalaciones eléctricas, sanitarias, de seguridad y comunicaciones, pisos aislantes o decorativos, sistemas de ventilación, aire acondicionado, mobiliario, escaleras, etc.

Sus usos y aplicaciones pueden ser: – Campamentos – Oficinas – Módulos de Baño – Salas de Cocina – Comedores – Viviendas – almacenes – Salas de Venta – Casetas de Control – Consultorios – Subestaciones – Camarines – Aulas de Estudio – Otros.

2.1.5.2 Características

a) Durables: Fabricados con acero Corten, cuyos componentes evitan la oxidación y permiten resistir la adversidad del tiempo.

b) Resistentes: Están diseñados para soportar altas tensiones durante el transporte de carga. Debido a esto pueden ser apilados hasta siete unidades de alto.

c) Indeformables: No sufren deformaciones en condiciones de uso normal, debido a que son construidos para soportar altos tonelajes durante el transporte.

d) Seguros: Su construcción en acero da protección y permite disminuir los riesgos por rotura o vandalismo.

e) Modulares: Esta característica permite el máximo aprovechamiento de los espacios, adaptándose con gran facilidad a los accidentes del terreno.

f) Transportable: Los contenedores han sido diseñados para el transporte de carga por medios marítimos y terrestres.

g) Rápidos de Instalar: Por su diseño y característica auto soportante permiten ser transportados por equipos convencionales, en condiciones seguras, de fácil maniobrabilidad, rápido y económico montaje en sólo cuatro o seis podios de madera o concreto.

h) Reaprovechables 100%: Sus características permiten a bajo costo asignarles otros usos, tanto ubicación como para ser transformados a módulos habitables.

i) Arquitectura a elección: Conforme a los requerimientos para su uso, se puede elegir diversos diseños de espacios.

j) Versatilidad: Esta diseñado para resistir grandes cantidades de peso sin sufrir deformaciones.

k) Tara: Es el peso del contenedor vacío, incluido el material auxiliar fijado al contenedor con carácter permanente.

l) Carga: Es el conjunto de bienes, productos, mercancías y artículos de cualquier clase transportados en los contenedores.

2.1.5.3 Especificaciones técnicas de los contenedores

a) Contenedor Standard 20' [20'x 8'x 8,6']

Capacidad	
Volumen	33,0 m ³
Peso máximo carga	21 200 kg
Tara	2 200 kg
Peso Bruto máximo	23 400 kg
Dimensiones internas	
Largo	5 900 mm
Ancho	2 352 mm
Alto	2 392 mm
Apertura de techo	
Anchura	2 340 mm
Altura	2 280 mm

Figura 2.2. Contenedor 20'



b) Contenedor Standard 40' [40'x 8'x 8,6']

Capacidad	
Volumen	67,7 m ³
Peso máxima	
Carga	26 750 kg
Tara	3 730 kg
Peso bruto	
máximo	30 480 kg
Dimensiones internas	
Largo	12 031 mm
Ancho	2 352 mm
Alto	2 392 mm
Apertura de techo	
Anchura	2 340 mm
Altura	2 280 mm



Figura 2.3. contenedor 40'

2.1.5.4 Tipos de contenedores

a) Contenedores de malla de metal soldado

Estos contenedores se fabrican con alambres soldados con el fin de contener materiales. Se les agregan secciones estructurales adicionales para darles una mayor resistencia.

b) Contenedores de acero corrugado

Estos son quizás los más fuertes contenedores metálicos disponibles, ya que los corrugados permiten utilizar una mayor superficie de material, para un contenedor de tamaño dado, que cualquier otro método de construcción, además se fabrican con aceros soldados en caliente de 2,7 a 4,6 mm de espesor.

2.1.5.5 Estructura de contenedor

- Bases para contenedores: Las bases de los contenedores se utilizan para facilitar su movimiento superficial y pueden clasificarse como tarimas metálicas debido a que permiten el acceso de 2 o 4 entradas a los montacargas y a otros equipos para el manejo de materiales.
- Pilares: Componentes del marco vertical ubicados en las esquinas de los contenedores de carga y que se integran con los esquineros y las estructuras del piso.
- Esquineros: Molduras ubicadas en las esquinas del contenedor de carga que proporciona un medio para levantar, manipular, apilar y trincar el contenedor.
- Travesaño y solera: En la puerta de entrada, con un marco horizontal por encima y solera de umbral similar a nivel del piso.

- Marco frontal: La estructura en el extremo frontal del contenedor (opuesto al extremo donde se encuentra la puerta) compuesta de los travesaños superiores e inferiores y que se encuentra sujeta a los travesaños verticales esquineros y los esquineros.

- Travesaño Superior: Estructuras longitudinales ubicadas en el lado superior en los dos costados del contenedor de carga.

- Travesaño inferior: Vigas estructurales longitudinales ubicadas en el extremo inferior en los dos lados del contenedor de carga.

- Travesaños de piso: Una serie de vigas transversales aproximadamente con 30 cm de separación entre cada uno sujeta al travesaño lateral inferior que es parte integral del marco de soporte del piso.

- Piso: El piso puede ser de madera laminada dura o suave, de tablones, o enchapado.
 - Techo: Los arcos del techo son la estructura del techo que está más abajo y se colocan normalmente con 45 o 60 cm de separación. Los modernos contenedores de acero para propósitos generales [GP, en inglés] (salvo los contenedores descubiertos) no cuentan con arcos de techo pero tendrán techo de láminas de acero lisas o corrugadas soldadas a los travesaños del marco.

 - Costados y Frente: El costado y frente de los contenedores de acero están hechos de láminas de acero corrugado, eliminando el uso del durmiente longitudinal.

- Puertas: Las puertas pueden ser de metal y enchapado (centro de enchapado y cubiertas de aluminio o acero), corrugado, o combinación con fibra de vidrio. Las puertas con goznes cuentan con burletes de puerta con borde de plástico o goma como sellos contra el ingreso de agua.
- Sello de seguridad: Utilizado conjuntamente con el mecanismo de cierre a fin de sellar los contenedores con fines de seguridad. Estos sellos se encuentran enumerados a menudo con códigos de colores.

2.2 SISTEMA DE CONSTRUCCION CONVENCIONAL.

2.2.1 CONCRETO SIMPLE Y ARMADO EN LA CIMENTACIÓN.

2.2.1.1 Teoría de cimentación.

La ingeniería de cimentaciones se relaciona con el apoyo de las estructuras sobre o dentro de la tierra y con la interacción suelo-estructura correspondiente. Las actividades relativas al diseño de la ingeniería implican la formulación de criterios para:

- Diseño de los sistemas de cimentación y movimientos de tierra asociados.
- Presión de tierras.
- Control permanente del nivel de aguas freáticas.
- Técnicas de mejoramiento o estabilización del subsuelo.

Las actividades relativas de la construcción comprenden:

1. Formulación de previsiones y especificaciones técnicas para rellenos de carga.
2. Estructuras temporales de retención y excavaciones
3. Control temporal del nivel freático
4. Protección de instalaciones existentes contra daños inducidos por la construcción

Durante la construcción, también pueden requerirse actividades que aseguren la calidad.

Las aplicaciones de ingeniería en relación al sitio, se asocian generalmente con la formulación de criterios de diseño y construcción para la nivelación, movimientos de tierra, control del nivel freático, caminos, zonas de estacionamiento, y drenaje superficial de áreas de desarrollo relativamente grandes. En algunos casos, este trabajo involucra instalaciones en el sitio a fin de minimizar los costos de cimentación de los movimientos de tierra, o bien los riesgos asociados con peligros naturales o artificiales, como colinas, deslizamiento de taludes y minas subterráneas.

2.2.1.1.1 Investigaciones del sitio.

El objetivo de la mayor parte de las investigaciones geotécnicas del lugar radica en obtener información sobre la condición de la superficie y el subsuelo, que se requiere para diseñar y construir las instalaciones, así como evaluar y mitigar los restos geológicos como deslizamientos, hundimientos y licuación. La investigación del sitio es parte de un proceso integrado que incluye:

- Recopilación de los datos disponibles
- Investigación de campo y laboratorio
- Identificación de la estratigrafía del sitio y las propiedades del suelo
- Análisis de ingeniería
- Establecimiento de los criterios de diseño y construcción

2.2.1.1.2 Cimentaciones poco profundas.

Los sistemas de cimentación poco profundas se pueden clasificar en zapatas aisladas y corridas, zapatas de muro y losas de cimentación. Entre las variaciones se encuentran las zapatas combinadas, en cantilever (ligada), zapatas corridas en dos direcciones (parrilla) y losas discontinuas de cimentación.

Ahondaremos en las losas de cimentación, por ser necesario para el presente estudio.

a) Las losas de cimentación, son las más eficaces para distribuir carga y redistribuir las concentraciones de esfuerzos en el suelo causadas por condiciones localizadas anormales y de apoyo. Pueden ser de sección constante, envarilladas, emparrilladas o arqueadas. En los sitios con suelo compresible se utilizan las losas flotantes en combinación con sótanos y subsótanos, para producir un efecto permanente de descarga, con lo que se reduce el cambio del esfuerzo neto en los suelos de cimentación.

Es muy usual que el terreno natural compactado o la sub-base se cubran de arena y luego de una capa de riego asfáltico o cubierta por una

lamina plástica, esto es así, para evitar la pérdida de los finos del concreto recién vaciado y además para reducir la fricción por deslizamiento bajo la losa.

Las fallas en las losas apoyadas sobre el terreno generalmente se manifiestan en agrietamientos de la losa, ello puede producirse por asentamientos diferenciales, sobrecargas localizadas y desplazamientos restringidos por retracción de fraguado y cambios volumétricos, o por una combinación de todas o algunas de ellas. El paso de las cargas o el uso de la losa sobre las grietas conducen por lo general a una desintegración progresiva del concreto, con lo que la losa puede afectarse en forma sustancial y las reparaciones ser bastante costosas. Para tratar de controlar la figuración las losas se construyen en paños, dejando entre paños y paños juntas de llenado.

En general el diseño se basa en las cargas reales de servicio (sin amplificar) y los esfuerzos del concreto son calculados mediante análisis elásticos y se comparan contra límites especificados. Generalmente no se coloca refuerzo, y cuando se usa es acero corrugado en las dos direcciones principales o mallas electrosoldadas y se colocan principalmente para el control del agrietamiento.

a.1) Juntas en losas sobre el terreno

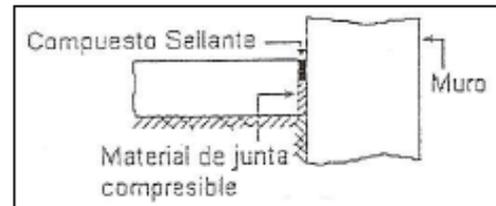
Es usual que en losas sobre el terreno, se incluyan juntas para tener en cuenta la retracción de fraguado o para aislar cimentaciones de máquinarias, muros, columnas, o simplemente por conveniencia de la construcción.

Se utilizan tres tipos de juntas:

a.1.1) Juntas de expansión, Se le llama también juntas de aislamiento, permiten el movimiento entre la losa de piso y elementos fijos, tales como muros, bases y alrededor de las columnas.

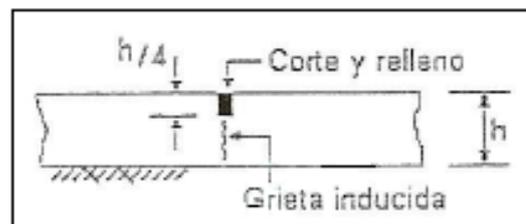
Se utiliza un material compresible (tecnopor) de aproximadamente $\frac{3}{4}$ " de espesor y un sellante de junta colocado después del vaciado de la losa.

Figura 2.4. Juntas de expansión



a.1.2) Juntas de contracción, Se utilizan para tratar de asegurar que no ocurran grietas por la retracción y si llegan a ocurrir sean mínimas, rectas y tengan un patrón regular. Para construir estas juntas se cortan con sierra uno o dos días después del vaciado de la losa hasta una profundidad igual a $\frac{1}{4}$ del espesor total de la losa.

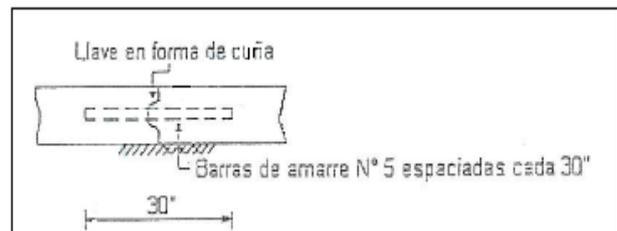
Figura 2.5. Juntas de contracción



a.1.3) Juntas de construcción, Se requieren cuando los trabajos deben interrumpirse para reiniciar posteriormente. Una junta de construcción bien ejecutada no debe permitir movimiento vertical ni horizontal entre las dos secciones de una losa, debe reforzarse por lo general con barras de

acero e incluirse una “llave” en forma de cuña. Ver figura 2.6. Es muy usual hacer coincidir estas juntas con las de contracción y/o expansión, en este caso, la junta de contracción debe incluir una “llave” en forma de cuña.

Figura 2.6. Juntas de construcción



El espaciamiento entre juntas de contracción depende del espesor de la losa, pero no se recomienda espaciamientos mayores de 6,1 m, y formando paños aproximadamente cuadrados, un buen espaciamiento es 4,57 m, también se recomienda que cada cuatro juntas de contracción se construya una junta de expansión.

En la actualidad, por el alto costo de reparación se trata de que no ocurra ninguna grieta por contracción para ello se incorpora a toda la masa de la losa de concreto o por lo menos el tercio superior, fibras de polipropileno o acero que ayudan a tomar dichos esfuerzos y evitar la aparición de grietas.

2.2.1.2 Concreto Simple y Armado.

2.2.1.2.1 Concreto de cemento Pórtland.

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua. Es un material temporalmente plástico que puede colocarse o moldearse y, más tarde, se convierte en una masa sólida por reacción química. El usuario del concreto desea resistencia adecuada, facilita la colocación y durabilidad, al costo mínimo. El proyectista de concreto puede variar las proporciones de los cinco componentes dentro de límites amplios, para lograr sus objetivos. Las variantes principales son la reacción agua cemento, la proporción cemento - agregados, tamaño del agregado grueso, proporción entre agregado fino y agregado grueso, tipo de cemento y sus aditivos. Algunas relaciones básicas resultados de pruebas de laboratorio proporcionan información para diseñar las mezclas de cemento adecuadas. En la publicación ACI211.1³ y ACI211.2⁴, se pueden obtener datos para el diseño de mezclas bajo una gran variedad de condiciones específicas.

1. Factores que afectan la resistencia

El término hidráulico, utilizado en conjunción con el cemento Portland, significa que puede desarrollar su resistencia en presencia del agua. Por contraste, los materiales aglomerantes no hidráulicos como el yeso, que desarrolla su resistencia por la pérdida de agua, no tienen resistencia en la presencia de agua.

a) Relación agua – cemento (A/C)

³ Recommended Practice for Selecting Proportions for normal and Heavyweight Concrete

⁴ Recommended Practice for selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete”, American Concrete Institute, P.O.Box 19150, Redford Station, Detroit, Mich. 48219

Es el factor principal que influye en la resistencia del concreto. La resistencia del concreto disminuye cuando se aumenta la relación agua-cemento para concreto con o sin aire retenido

b) El contenido de cemento.

En si afecta la resistencia del concreto disminuye conforme se reduce el contenido de cemento. En el concreto con el aire incluido, esta disminución en la resistencia puede contrarrestarse, en forma parcial, al aprovechar la mejoría de trabajabilidad por la inclusión de aire, que permite reducir la cantidad de agua.

c) El tipo de cemento.

Afecta la manera en que se desarrolla la resistencia y la resistencia final.

d) Las condiciones del curado.

Son vitales para el desarrollo de la resistencia del concreto. Dado que las reacciones de hidratación del cemento sólo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo del curado.

2.2.1.2.2 Propiedades del Concreto.

El concreto no es un material linealmente elástico; la reacción esfuerzo-deformación para cargas crecientes en forma continua da como resultado una línea curva. Para un concreto que se ha endurecido por completo y ha recibido una precarga moderada, la curva esfuerzo-

deformación es prácticamente, una línea recta dentro de los límites de esfuerzo de trabajo usuales. El módulo de elasticidad puede determinarse a partir de esa proporción de la curva. El módulo de elasticidad para concretos normales, a 28 días, esta entre los 140 646,8 kg/cm² a 421 940,4 kg/cm².

Además de la deformación elástica que ocurre de manera inmediata después de aplicar una carga al concreto, la deformación sigue aumentando con el tiempo si persiste la carga. Este flujo plástico o escurrimiento plástico continúa por un tiempo indefinido. Avanza con velocidad decreciente y se aproxima a cierto valor que puede ser de una a tres veces el de la deformación elástica inicial.

2.2.1.2.3 Tipos de cemento Portland.

Los cementos Pórtland por lo general se fabrican en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de la especificación ASTM de Normas para el Cemento Pórtland (C150). Los tipos se distinguen según los requisitos tanto químicos como físicos. La mayoría de los cementos superan ampliamente los requisitos de resistencia de la especificación.

Tipo I:

Cemento para usos generales, es el que mas se emplea para fines estructurales cuando no se requiere las propiedades especiales especificadas para los otros cuatro tipos de cemento.

Tipo II:

Cemento modificado para usos generales y se emplea cuando se prevé una exposición moderada al ataque por sulfatos o cuando se requiere un moderado calor de hidratación.

Tipo III:

Cemento de alta resistencia inicial, recomendable cuando se necesita una resistencia temprana en una situación particular de construcción. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia de 7 días. Igual a la desarrollada en 28 días por concreto hecho con cemento tipo I o tipo II.

Tipo IV:

Cemento de bajo calor de hidratación. Se han desarrollado para usarse en concreto masivo. Si se utiliza cemento tipo I en colados masivos que no puedan perder calor por radiación, el cemento libera suficiente calor durante la hidratación aumentada la temperatura de concreto hasta unos 50 y 60° F.

Tipo V:

Cemento resistente a los sulfatos se especifica cuando hay exposición intensa a los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua del mar.

2.2.1.2.4 Resistencia del concreto.

a) Resistencia a la compresión (f'_c).

Normalmente se expresa en kg/cm^2 . Su medición corresponde a la resistencia a la rotura por compresión a los 28 días de un cilindro estándar de 6" de diámetro y 12" de altura, elaborado y curado en condiciones óptimas y cargado a un determinado ritmo en la máquina de pruebas.

b) Resistencia del concreto a la tracción.

Es relativamente baja, esta entre 0,10 f'c a 0,20 f'c.

c) Concreto de alta resistencia.

En la actualidad están muy en uso los concretos de alta resistencia de 420 a 840 kg/cm^2 . Pueden fabricarse con los mismos ingredientes, pero seleccionados de manera meticulosa e incluyendo algunos aditivos, además de un control de calidad muy cuidadoso durante su producción. Su aplicación es en las estructuras de los edificios altos, de manera que se pueda reducir secciones de columnas y vigas, además que se puede aumentar la área útil de la edificación.

2.2.1.2.5 Formas de uso del concreto.

a) Concreto simple

Como su nombre lo indica, es un concreto que no lleva refuerzo incluido en su masa, tiene buena resistencia a la compresión y una baja resistencia a la tracción (se estima entre 1/10 a 1/20 de la resistencia a la compresión). Se usa en estructuras masivas, como muros de contención ciclópeos. Rellenos masivos sobre el piso, zapatas y cimientos muy poco esforzadas, etc.

b) Concreto reforzado.

Es aquel en el que, para superar la limitación de la baja resistencia a la tracción, se le coloca acero en la zona traccionada. Este acero de refuerzo está conformado por barras circulares con deformaciones superficiales apropiadas para mejorar la adherencia; se colocan en los encofrados antes de vaciar el concreto. Una vez que las barras estén completamente rodeadas por la masa de concreto endurecido comienzan a formar parte integral del elemento.

El concreto igualmente, se va agrietar, pero, con cargas sustancialmente mayores, además estas grietas, se mantienen muy pequeñas y cruzadas por el acero de refuerzo por lo cual no tienen un esfuerzo adverso en la seguridad o durabilidad de la estructura.

c) Concreto Preesforzado.

Es aquel en el que, el acero de refuerzo se coloca en forma de cables o alambres, sometiéndolos a un gran esfuerzo tracción, de manera que, cuando estén embebidos en el concreto endurecido, se equilibren con los esfuerzos de compresión que se generaran en el mismo.

Es una forma de aplicar una compresión inicial en el concreto.

2.2.2 ALBAÑILERÍA CONFINADA.

2.2.2.1 La albañilería como solución estructural.

- La albañilería es un sistema de construcción que resulta de la superposición de unidades de albañilería unidas entre si por un mortero formando un conjunto monolítico llamado muro. El mortero esta conformado por cemento, arena, cal y agua.

La albañilería confinada se origina cuando al muro se le coloca en todo su perímetro elementos de concreto armado, con la finalidad de hacerlo resistente frente movimientos sísmicos.

En el Perú, la albañilería es el sistema que mas se emplea en la construcción de viviendas y edificios multifamiliares hasta de cinco pisos.

La razón de su popularidad es que en estas construcciones, generalmente se tienen ambientes con dimensiones pequeñas que varían entre 3 a 4,5 m; entonces resulta conveniente que los elementos verticales que sirven para limitar los espacios tengan también funciones estructurales y, justamente, los muros de ladrillo cumplen con estos dos requisitos y adicionalmente tienen un buen aislamientos térmico y acústico.

2.2.2.2 Tipos de estructuras

Una estructura consiste en un conjunto de elementos conectados con el fin de soportar una carga. Los elementos normalmente son zapatas, vigas de cimentación. Cimientos corridos, columnas, placas. muros de albañilería, losas y escaleras.

a) Albañilería confinada:

Es aquella formada por losas aligeradas o macizas apoyadas en muros de ladrillo, en cuyo perímetro se ha colocado elementos de concreto armado.

Los elementos de concreto armado llamados confinamientos son de dos tipos: los verticales, conocidos como “columnas de amarre” y los horizontales conocidos como (vigas de amarre), vigas soleras o vigas collar.

En estas estructuras los muros son portantes de cargas de gravedad (verticales) y de cargas sísmicas (horizontales).

Este tipo de estructura es la que más se utiliza en el Perú, en la construcción de vivienda y edificios medianos hasta de cinco pisos, que es lo máximo que permite la Norma Técnica de Edificaciones E-070.

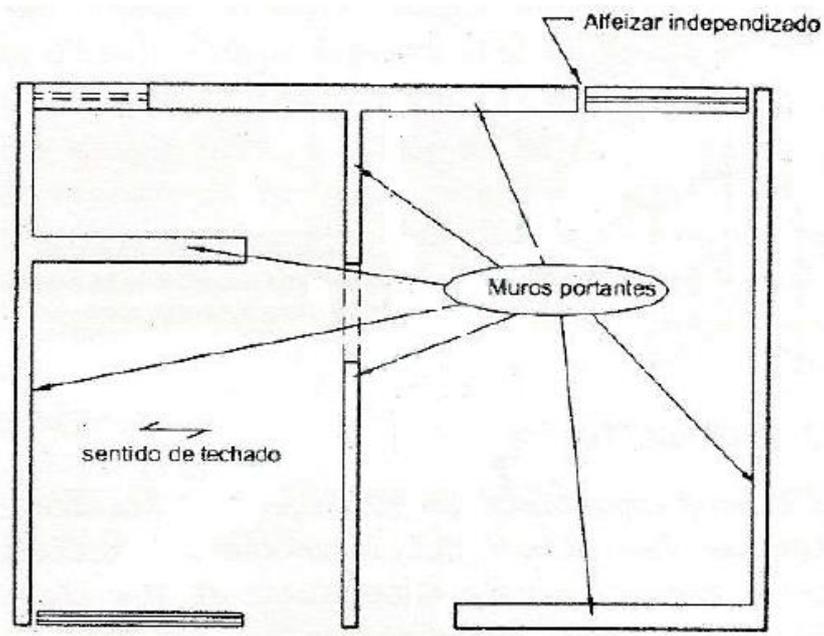


Figura 2.7 Estructura de Albañilería confinada

b) Albañilería Armada

Es aquella que ha sido construida con unidades de albañilería, de forma tal que se pueden colocar refuerzos horizontales y verticales, a través de orificios presentes en estas. Este refuerzo es adherido a la albañilería mediante mortero, formando un conjunto unitario similar en cuanto a comportamiento con el concreto armado, actuando conjuntamente para resistir esfuerzos.

Un muro de albañilería armada tiene un comportamiento parecido al de una losa de concreto armado puesta verticalmente.

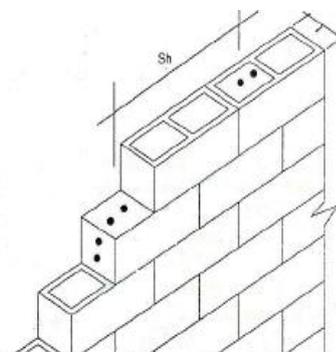


Figura 2.8. Albañilería Armada en los orificios de las unidades, se inserta acero tanto horizontal como vertical.

2.2.2.3 Proceso constructivo

a) Edificaciones de albañilería confinada:

- Excavación de zanjas y construcción de la cimentación, conformada principalmente en base a cimientos corridos, aunque también pueden existir zapatas aisladas. En esta etapa también se habilita y coloca el acero de las columnas.
- Construcción de los sobrecimientos, dejando los pases para las tuberías de desagüe.
- Se construyen los muros portantes de ladrillo dentado en sus extremos verticales (muro confinado).
- Se vacía el concreto de los elementos de confinamientos verticales “columnas de amarre”.

- Habilitación, armado y colocación del acero de los arriostres horizontales (vigas soleras o collar).
- Instalaciones eléctricas y sanitarias.
- Vaceado del techo conjuntamente con las vigas.
- Curado del concreto del techo.

- Se ejecuta la construcción de los muros no portantes de ladrillo; los cuales estarán separados del techo por medio de juntas sísmicas cuyo espesor y el material de relleno deberá, estar indicados en los planos.

En caso de que no esté indicado en los planos se recomienda que el espesor de la junta sea no menor de 3 cm y se rellene el espacio con poliestireno; dicha junta de ninguna manera deberá tarrajearse, caso contrario se estará rigidizando dicho espacio en lugar de tener una zona de libre deformación en caso de sismo.

De esta forma se garantiza el comportamiento conjunto de ambos materiales estructurales.

b) Edificaciones de albañilería aporticada:

- Excavación de zanja. Se construye la cimentación principalmente en base a zapatas vigas de cimentación.
- Se encofran y vacean las columnas.
- Se encofran las vigas y techo vaciándose en una sola etapa; de esta forma se han formado los llamados pórticos unidos entre si por el diafragma rígido (losa).
- Curado del concreto del techo.
- Se construyen los tabiques de ladrillo que tienen la función de separadores de ambientes, los cuales tienen que estar independientes de los pórticos mediante juntas sísmicas, cuyo detalle debe estar indicado en los planos, en el cual debe figurar; el espesor y el material deformable de relleno.

Estos tabiques deben ser diseñados de acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E-070.

En el caso que el diseño contemple una combinación de ambas estructuras vale decir albañilería confinada y pórticos; aplicar el procedimiento constructivo que le corresponde a cada sistema.

2.2.2.4 Terminología.

Definiciones usuales:

1.- Albañilería. Material estructural conformado por unidades de albañilería unidas por adhesivo llamado mortero.

2.- Albañilería confinada. Albañilería reforzada con confinamientos de acerados con las exigencias de la norma técnica de edificaciones E-060.

3.- Altura efectiva. Para muros arriostrados en su parte superior, es la distancia libre vertical entre elementos de arriostre. Para muros no arriostrados en su parte superior es el doble de su altura.

4.- Arriostre elementos de refuerzo horizontal o vertical o muro de arriostre, que cumple la función de proveer de estabilidad y resistencia a muros portantes y no portantes para cargas perpendiculares al plano del muro.

5.- Borde libre. Extremo horizontal o vertical, no arriostrado de un muro.

6.- Carga. Es la fuerza externa que acciona sobre un cuerpo dado.

7.- Centro de masas (Cm). Es el centroide de todas las cargas muertas mas el porcentaje de carga viva considerada.

8.- Centro de rigidez (Cr). Es el centroide de las rigideces de los elementos verticales. En torno a este punto se produce la rotación del edificio cuando no coinciden el Cr y Cm.

9.- Columna. Elemento de concreto armado diseñado y construido con el provisto de transmitir cargas horizontales y/o verticales a la cimentación.

Las columnas pueden ser a la vez arriostre y/o confinamiento.

10.- Compresión. Un cuerpo está sometido a compresión cuando las fuerzas que actúan sobre él tienden a acortarlo o aplastarlo.

11.- Confinamiento. Conjunto de elementos de refuerzos horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante.

12.- Construcciones de albañilería. Edificaciones constituidas fundamentalmente por muros portantes de albañilería.

13.- Cortante. Un cuerpo está sometido a esfuerzos cortantes cuando las fuerzas actúan en dirección opuestas sobre superficies adyacentes tendiendo a deslizar o cortar una superficie con respecto a la otra.

14.- Deformación. Es la variación de la longitud de un cuerpo causado por el esfuerzo unitario interno producido por una fuerza extraña.

15.- Esfuerzo. Intensidad de fuerza por unidad de área.

16.- Espesor efectivo (t). Espesor real de muro, es decir, sin considerar la mezcla de tarrajeo u otros acabados.

17.- Fuerza. Es un empuje o jalón en una dirección dada sobre un cuerpo cambiando su estado de reposo o su estado de movimiento.

18.- Hilada. Franja horizontal del muro compuesto por una capa de mortero y unidades de albañilería encima.

19.- Franja horizontal de muro compuesto por una capa de mortero y unidades de albañilería encima.

20.- Modulo de elasticidad. Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente a los esfuerzos por tensión o por compresión, inferiores al límite proporcional del material (ley de Hooke).

21.- Momento de inercia. Es la resistencia que presentan los cuerpos a la rotación.

22.- Mortero. Mezcla de arena, cemento y agua en proporciones adecuadas; que se utiliza como adhesivo para pegar las unidades de albañilería.

23.- Muro confinado. Muro que está enmarcado por elementos de refuerzo en sus cuatro lados satisfaciendo las condiciones indicadas en la NTE E-070.

24.- Muro de arriostre. Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral.

25.- Muro portante. Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y/o verticales de un nivel al nivel inferior y/o a la cimentación.

26.- Muro no portante. Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio. Son parapetos, tabiques y cercos.

27.- Muro arriostrado. Muro en la cual se han insertado elementos de arriostre, satisfaciendo las condiciones indicadas en NTE-070.

28.- Peralte efectivo de sección (d). Distancia medida desde la fibra externa en compresión hasta el centroide del acero sometido a tensión.

29.- Succión. Capacidad que tiene la unidad de albañilería de absorber agua.

30.- Tabique. Muro portante separador de ambientes.

31.- Tensión o tracción. Un cuerpo está en estado tracción cuando las fuerzas que actúan sobre él tienden a estirarlo, jalarlo o romperlo.

32.- Unidad de albañilería. Ladrillo de arcilla, ladrillo sílico calcáreo o bloque hueco de concreto los cuales se construyen los muros.

2.2.2.5 Componentes de la albañilería.

La albañilería confinada está compuesta de cuatro elementos que son:

2.2.2.5.1 La unidad de albañilería.

La unidad de albañilería es el componente básico para la construcción de muros de albañilería y se denomina:

1. Ladrillos, cuando sus dimensiones y peso permiten que sean manejados con una sola mano en el proceso constructivo del muro.

2. Bloques, se requieren las dos manos para su traslado y asentado en ambos casos pueden tener o no orificios.

a) Propiedades

Las propiedades principales de la unidad de albañilería y que determinan la resistencia estructural de los muros son:

a.1) Resistencia a la compresión (f'_b)

Es la propiedad mas importante de la unidad de albañilería y que finalmente determina la resistencia a la compresión del muro (f'_b) en su conjunto.

La resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (f'_b) varía entre 60 a 200 kg/cm².

Los ladrillos y bloques fabricados a máquina alcanzan los valores mas altos; mientras que los elaborados artesanalmente tienen resistencias bajas.

La resistencia a la compresión del muro de albañilería (f'_b) aumenta si utilizamos:

- Una unidad de albañilería de alta resistencia a la compresión (f'_b); es decir, de fracción industrial.
- La unidad con una geometría regular (de fábrica industrial).

- Una alta adhesividad entre el mortero y la unidad (mortero trabajable y unidad mojada antes de asentar).

- Mano de obra calificada.

Los ladrillos hechos a máquina permiten construir edificios de albañilería confinada, con un alto porcentaje de muros en aparejo de soga, lo cual trae para el propietario ventajas económicas y fundamentales como:

- Menor acarreo de materiales

- Menor consumo de unidades y de mortero.

- Mayor espacio útil.

- Mayor rendimiento de asentado de unidades.

- Menor consumo de acero.

a.2) Geometría:

Esta propiedad esta referida a la uniformidad de las dimensiones, la perpendicularidad de las aristas y el acabado de las superficies de asentado horizontal. Un ladrillo con una geometría regular nos permite:

- Construir muros caravistas o que se pintan directamente (solaqueados).

- La uniformidad de las juntas horizontales y verticales (1,5 cm máximo) para aumentar la resistencia del muro.

- Revestimientos de $\frac{1}{2}$ a 1 cm, con el consiguiente ahorro de mano de obra, menor consumo de material y menor peso de la edificación.

Para lograr un espesor uniforme de las juntas debemos utilizar:

Una unidad de albañilería que presenten una geometría regular; condición que cumplen las unidades hechas a máquina.

Figura 2.9.
Sección de muro



- Mortero con alta trabajabilidad.
- Mano de obra calificada.

La resistencia a la compresión (f'_b) se obtiene dividiendo la carga de rotura entre el área neta para unidades de albañilería perforadas y entre el área bruta para unidades de albañilería sólidas o tubulares.

a.3) Succión:

La succión es la propiedad que tienen las unidades de albañilería de absorber agua; que depende del grado de porosidad de la unidad. Esta propiedad define la resistencia del muro a la tracción.

La succión es necesaria para lograr una adecuada adherencia entre la unidad de la albañilería y el mortero; si la succión es excesiva durante el

asentado las unidades de albañilería toman agua del mortero el cual se deforma y endurece lo que impide un contacto íntimo como la cara de asiento de la siguiente unidad. El resultado es una adherencia pobre y, por lo tanto, la resistencia a la tracción de la albañilería disminuye.

Para reducir el fenómeno anterior, los ladrillos de arcillas hechos a máquina deben no mojarse antes de su asentado. En el caso utilizarse ladrillos artesanales (no recomendables) deberán sumergirse en agua por lo menos en una hora antes del asentado.

Los ladrillos sílicos – calcáreos no deben humedecerse para su asentado, pues, tienen apropiados grados de succión.

Los que si es necesario hacer es limpiar las superficies mediante una brocha y ligero riego para quitar el polvillo de fabricación.

Los bloques de concreto tampoco deben humedecerse para su asentado pues tienen apropiados grados de succión; lo que si es necesario hacer es limpiar las superficies mediante una brocha.

a.4) Eflorescencia:

Es un fenómeno que consiste en la formación de polvo de sales solubles, de color blanco en la superficie de muros de ladrillos nuevos, mientras están secando.

a.5) Densidad:

Una elevada densidad de la unidad de albañilería, trae las ventajas siguientes:

- Mayor resistencia a la compresión (f'_b)
- Buen aislamiento acústico y térmico.
- Menos permeable, es decir, dificultar el paso de la humedad.

2.2.2.5.2 El acero.

El acero es un material que se utiliza en forma combinada con el concreto, para la construcción de elementos estructurales tales como: vigas, columnas, zapatas, losas, etc. De tal manera que el acero resiste los esfuerzos de tracción y el concreto las de compresión.

- Esfuerzos de tracción y compresión

La resistencia útil del acero a la tracción y compresión (resistencia o esfuerzo de fluencia) es aproximadamente diez veces la resistencia en compresión del concreto o del orden de cien veces la resistencia a tracción.

El esfuerzo de fluencia, es cuando el acero deja de comportarse elásticamente, sufriendo una deformación permanente.

Sin embargo el acero también se utiliza para resistir los esfuerzos de compresión, principalmente cuando se desea reducir la sección transversal de los elementos sometidos a compresión.

- Características de las barras de construcción

Las barras de refuerzo utilizadas en la construcción de los elementos estructurales de concreto armado, son de sección circular y

presentan configuraciones superficiales para aumentar la adherencia entre el concreto y el acero. Este acero es de grado 60 con un punto de fluencia de 4 200 Kg/cm².

La longitud real de cada varilla es de 9 m.

Dentro de la albañilería confinada se utiliza las varillas de 3/8" y 1/2" para los elementos confinantes.

2.2.2.5.3 El concreto.

El concreto es una mezcla de cemento Pórtland, arena gruesa, piedra chancada y agua en proporciones adecuadas de acuerdo a la resistencia que se desea obtener.

La propiedad que determina la calidad del concreto es su resistencia a la compresión.

En estructuras de albañilería, como son las viviendas, las estructuradas con muros de albañilería resistentes a cargas de gravedad y cargas de sismo, se permite usar concretos de resistencia $f'c = 175$ kg/cm², ya que en estos los elementos sismo-resistentes van a ser los muros de albañilería.

2.2.2.6 Configuración estructural.

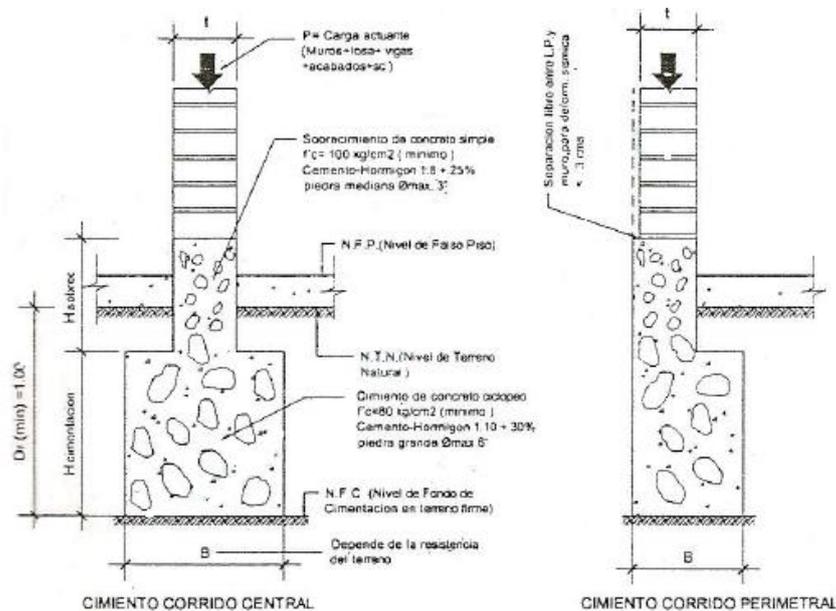
2.2.2.6.1 Cimentación.

Las edificaciones en albañilería son frágiles y los asentamientos diferenciales pueden causar rajaduras afectando seriamente al edificio;

por lo tanto, el criterio es elegir una cimentación que provea suficiente rigidez, y al mismo tiempo actúe como un primer diafragma rígido para que la estructura funcione como una sola unidad frente al sismo.

Para elegir el tipo de cimentación previamente se debe contar con el estudio de suelos respectivo. La cimentación de este tipo de estructuras esta formada básicamente por cimientos corridos hechos de concreto ciclópeo y sobrecimientos, construidos con concreto simple.

Figura 3.0 Cimentación corrida Típica



El sobrecimiento es la parte de la cimentación que se ubica encima del cimiento y tiene un ancho igual al del muro que soportara; debe tener una altura de tal manera que aleje la humedad del suelo, siendo 0,3 m la mínima.

2.2.2.6.2 Muros portantes: Albañilería confinada

La albañilería simple es resistente frente a cargas verticales que originan esfuerzos de compresión; pero cuando las fuerzas son laterales,

producto del viento o sismos que originan esfuerzos de tracción, entonces su resistencia es mínima. Para superar esta deficiencia es necesario reforzar la albañilería simple.

La albañilería confinada nace al reforzar la albañilería simple en todo su perímetro con elementos de concreto armado y llamados confinamientos; los cuales al construirse llenando el concreto con el paño ya asentado garantizan su comportamiento monolítico de ambos materiales estructurales. De esta manera se ha obtenido el llamado muro portante confinado (Ver figura 3.1 a y b), el cual podrá estar solicitado por cargas verticales y horizontales en áreas sísmicas o en otras palabras sometidos a esfuerzos de compresión, tracción y corte.

Los confinamientos horizontales reciben el nombre de vigas soleras y vigas collar y a los verticales de les denomina columnas de amarre.

Cuando un muro confinado está sometido a cargas laterales perpendiculares a su plano, la función de los confinamientos es arriostrar al muro, actuando como apoyo.

a) Condiciones a cumplir:

Para que un muro portante de una edificación diafragmada, sometido a cargas coplanares fundamentalmente sea considerado como muro confinado debe cumplir necesariamente las siguientes condiciones en forma simultanea (Ver Figura 3.1 a y b)

Figura 3.1 (a)
Muro confinado

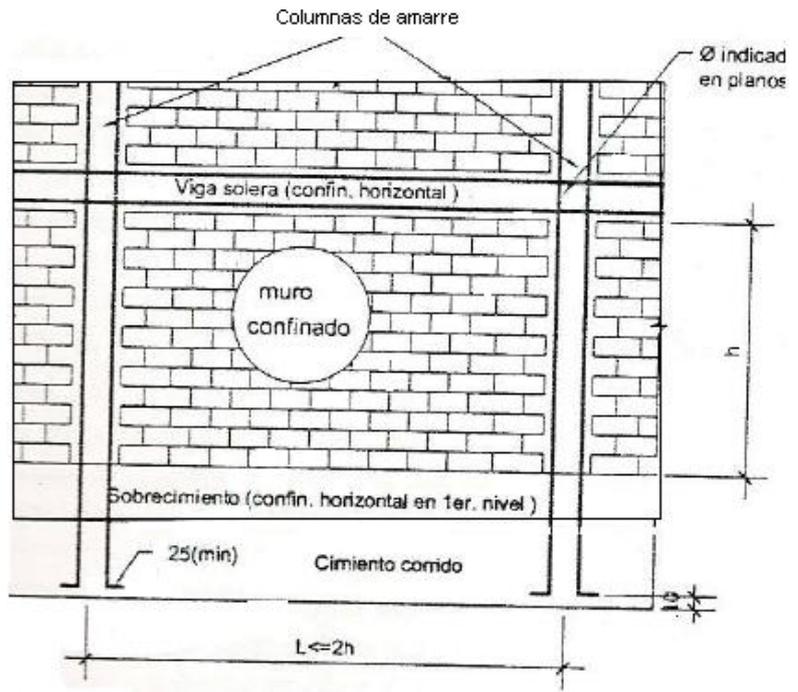
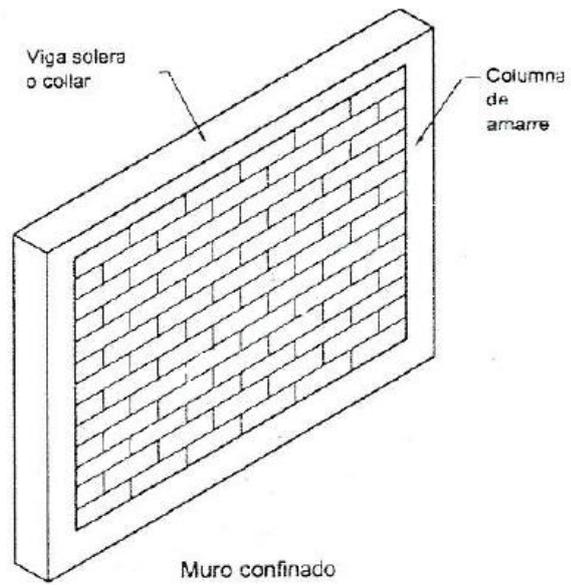


Fig. Nº 3.1 (b)
Muro confinado



- Debe estar rodeado en sus cuatro lados por elementos de refuerzos horizontales y verticales de concreto armado, aceptándose la cimentación de concreto como elemento de refuerzo horizontal para el caso de muros del primer nivel.
- Para un paño se debe cumplir que la distancia máxima entre ejes (L) entre elementos de refuerzo verticales sea dos veces la distancia libre entre elementos de refuerzo horizontales (h).
- Los elementos de concreto deben llenarse después de haberse construido el muro; al cual en sus extremos verticales se deja indentaciones de medios ladrillos en forma alternada para lograr una adherencia óptima con el concreto.
- Cuando los muros tienen un largo mayor a dos veces la altura del entrepiso, se deben colocar elementos de confinamiento verticales intermedios que mantengan la relación recomendada ($l / h \leq 2$) entre elementos de confinamiento horizontales y verticales.
- El espesor mínimo del muro confinado debe ser igual a $t > h/20$; donde t = espesor efectivo del muro y h = distancia vertical libre entre los elementos de arriostre.
- Debe ser construido con unidades sólidas hechas a maquina, evitando utilizar unidades huecas o con excesivas perforaciones (área de orificios > 25%); de esta manera se evitará fallas por aplastamiento de la albañilería.

b) Elementos de concreto armado: Columnas de amarre y vigas soleras o collar.

Los elementos de confinamiento tienen como función principal aumentar la capacidad de deformación después que los muros se agrieten; es decir, proporcionar ductilidad y no necesariamente mayor resistencia.

b.1) Columnas de amarre

Las columnas de amarre influyen en la resistencia a la carga vertical de los muros, por que absorben una fracción de la carga vertical que se trasmite al muro, y por que su rigidez disminuye la deflexiones laterales del mismo.

En el análisis estructural no se toma en cuenta la contribución de las columnas de amarre, obteniéndose así un factor de seguridad adicional.

El efecto de las columnas de amarre sobre la resistencia, a la flexión de los muros es considerado tanto cuando esta actúa en el plano del muro como cuando lo hace en dirección perpendicular a ésta.

La resistencia al volteo del conjunto es debido, casi exclusivamente a la flexión de las columnas de amarre, ya que la contribución del muro puede despreciarse debido a la reducida resistencia a la tensión de la albañilería.

La contribución de las columnas de amarre es importante en cuanto a la flexión en el plano del muro, ya que el conjunto funciona como

una armadura en la cual, las columnas en los extremos forman las cuerdas de tracción en compresión, y el muro constituye una diagonal en compresión. Diseñando las columnas en forma adecuada, puede proporcionarse al muro una resistencia a la flexión alta.

b.2) Vigas soleras:

Las vigas soleras o collar es un elemento de concreto armado que se coloca encima del muro confinado y cumple tres funciones:

- Cuando los extremos superiores de los muros no están confinados, al presentarse un terremoto vibran libremente originándose en las caras del muro esfuerzos de tracción y compresión, y como sabemos que la resistencia de la albañilería a la tracción es mínima, se producirán rajaduras, en la zona superior del muro. Esta falla por flexión se evita impidiendo que el muro oscile libremente para lo cual se utiliza la viga solera como elemento de arriostre.

- Sostiene y distribuye uniformemente las cargas verticales.

- Une los diversos muros resistentes conformando un armazón horizontal cerrado.

2.2.2.6.3 Diafragma Horizontal (losas)

Las losas son estructuras de concreto armado que se utilizan como entresijos o techos de una edificación. Pueden apoyarse sobre muros de ladrillos, vigas y/o placas.

Las losas cumplen dos funciones principales:

- Transmitir a los muros y/o vigas cargas verticales tales como: peso propio, tabaquería, acabados, sobrecarga y otras cargas eventuales apoyadas en ella.
- Obtener la unidad de la estructura: Es decir, lograr que los muros y columnas se deformen en una misma cantidad en cada nivel frente a unos movimientos sísmicos.

Dadas las dimensiones de la losa de una edificación se pueden considerar prácticamente indeformables en su plano, por lo que en los análisis se asume que la losa es un diafragma rígido.

a) Tipos de losa:

a.1) Losa aligeradas:

Está constituido por viguetas de concreto armado distanciadas 0,40 m entre ejes y conectadas por una losita superior de concreto de 5 cm de espesor. El espacio entre viguetas está relleno por ladrillos de arcilla o

bloques huecos de concreto que sirven para aligerar la losa y para conseguir una superficie plana de cielo raso.

a.2) Losas macizas:

Una losa es maciza cuando está constituida por concreto en toda su extensión y espesor.

a.3) Losa nervada:

Es aquella que está constituida por nervaduras o viguetas de concreto armado, ubicadas en una o dos direcciones, sin elementos de relleno.

2.2.3 ESTRUCTURAS DE ACERO.

2.2.3.1 Acero estructural.

Por diversas características deseables, los aceros estructurales han llevado a que se utilicen los aceros en una gran variedad de aplicaciones. Los aceros estructurales están disponibles en muchas formas de productos y ofrecen una alta resistencia inherente. Tienen un módulo de elasticidad muy alto de manera que las deformaciones bajo carga son muy pequeñas. Tienen una relación esfuerzo deformación unitaria de forma lineal, incluso para esfuerzos relativamente altos y su módulo de elasticidad es el mismo a tensión que a compresión.

La estandarización de las secciones (perfiles y láminas) facilita el diseño y reduce al mínimo los costos de los aceros estructurales.

2.2.3.1.1 Propiedades de los aceros estructurales

El término aceros estructurales incluye un gran número de aceros que debido a su economía, resistencia, ductilidad y otras propiedades son apropiados para miembros que se cargan en una amplia variedad de estructuras. Los perfiles y láminas de acero que se destinan para su uso en puentes, edificios, equipo de transporte, equipo de construcción y aplicaciones similares, se sujetan en general, a las especificaciones particulares de la American Society for Testing and Materials (ASTM) que suministra “la calidad de acero” de acuerdo a los requerimientos de la ASTM A6 (tolerancias, frecuencia de las pruebas, etc.). El acero en lámina para depósitos a presión se rige por las especificaciones de la ASTM A20, que proporciona “la calidad del depósito a presión”.

Cada acero estructural se fabrica para propiedades mecánicas mínimas que se especifican por designación de ASTM, organismo a cargo de tales especificaciones. Por lo general, los aceros estructurales incluyen aceros con una clasificación del límite de fluencia que va de 2 109 a 7 030 kg/cm². Los niveles de resistencia variados se obtienen por la variación de la composición química y el tratamiento con calor. Otros factores que pueden afectar las propiedades mecánicas son el espesor del producto, temperatura final, porcentaje de enfriamiento y elementos residuales.

Las siguientes definiciones ayudan a atender las propiedades del acero:

a) El límite de fluencia o cedencia F_y , es el esfuerzo unitario, $70,3 \text{ kg/cm}^2$ al cual la curva esfuerzo - deformación unitaria exhibe un aumento bien definido en deformación sin aumento en el esfuerzo. Muchas reglas de diseño se basan en los límites de fluencia de los aceros.

b) La resistencia a la tensión o última resistencia, es el esfuerzo unitario máximo que puede alcanzar en un ensayo a la tensión.

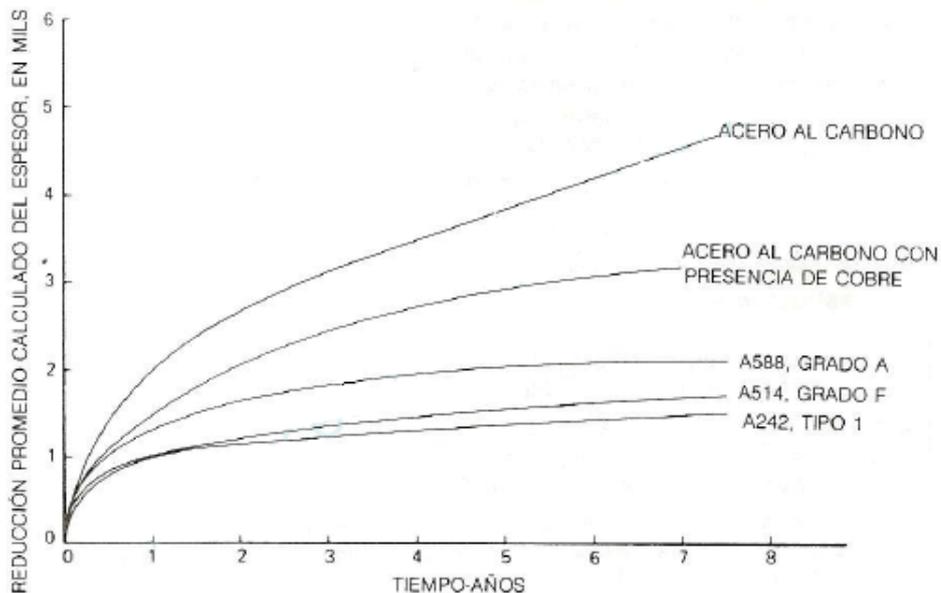
c) El módulo de elasticidad es la pendiente de la curva esfuerzo - deformación unitaria, se calcula dividiendo el esfuerzo unitario $70,3 \text{ kg/cm}^2$ entre la deformación unitaria cm por cm esfuerzo al límite de fluencia.

Para todos los aceros estructurales se toma comúnmente como 2038700 kg/cm^2 para cálculos de diseño.

d) La ductilidad, es la capacidad del material para ser sometido a deformaciones inelásticas sin fractura. En general se mide mediante el porcentaje de elongación en una probeta de longitud especificada, (comúnmente de $5,08$ o hasta $20,32 \text{ cm}$). El acero estructural tiene ductilidad considerable, lo que se reconoce en muchas reglas de diseño.

Figura 3.2. Curvas de índices, de corrosión para los aceros en una atmósfera industrial.⁵

⁵ FREDERICK S. MERRITT (1992). "Manual del ingeniero Civil" Tomo 2. McGraw-Hill/ Interamericana Editores, s.A. 3era Edición. México.



e) La soldabilidad, es la capacidad del acero para soldarse y sin cambiar sus propiedades mecánicas básicas. Sin embargo, los materiales soldados, los procedimientos y las técnicas empleadas deben basarse en los métodos aprobados para cada acero: en general la soldabilidad decrece con el aumento del carbono y manganeso.

f) Dureza de la muesca, es el índice de propensión a las fallas de rotura y se mide por la energía de impacto necesaria para fracturar un espécimen ranurado.

g) La dureza, refleja la capacidad de un espécimen liso de absorber energía, como se ha caracterizado por el área bajo la curva esfuerzo-deformación.

h) La resistencia a la corrosión no tiene índice específico. Sin embargo, los índices nominales relativos de resistencia a la corrosión se basan en las pendientes de las curvas de pérdida por corrosión (reducción del

espesor) contra el tiempo. Por lo general, la referencia de comparación es la resistencia a la corrosión del acero al carbono sin cobre. Algunos aceros estructurales de alta resistencia son aleados con cobre y otros elementos, para producir alta resistencia al deterioro atmosférico. Estos aceros producen un óxido tenaz, que inhibe la corrosión atmosférica posterior. En la Figura 3.8 se compara el índice de reducción de un acero típico patentado. El índice de reducción de un acero típico patentado, “resistente a la corrosión”, con la de aceros estructurales comunes.⁶

2. 2.3.1.2 Resumen de aceros estructurales disponibles.

Las propiedades mecánicas específicas de los aceros estructurales específicos se presentan en la tabla N° 5, estos aceros pueden agruparse en cuatro categorías generales según la composición química y tratamiento térmico.

a) Aceros al carbono, son los que:

- El máximo contenido específico de cualquiera de los elementos siguientes no excede al porcentaje anotado: 1,65% de manganeso, 0,60% de silicio y 0,60% de cobre.

- Los contenidos mínimos no están especificados para los elementos que se adicionan con objeto de conseguir el efecto de aleación deseado.

El primer acero al carbono enlistado en la tabla N° 5 es el A36, que es un acero soldable disponible en láminas, varillas y perfiles

⁶ R.L. Brockenbrough and B.G. Jhonston USS Steel Design Manual, ADUSS 27-3700-04, U.S. Steel Corp., Pittsburgh, Pa.15222.

estructurales. Los otros aceros al carbono enlistados en la misma tabla están disponibles solo en láminas, varillas y perfiles estructurales. Los otros aceros al carbono enlistados en la misma tabla están disponibles sólo en láminas. Aunque en cada acero se consigue en dos ó mas niveles de resistencia, para las láminas A283 y A285 se ha enlistado sólo un nivel de resistencia.

Las láminas A283 se suministran como acero de calidad estructural con cuatro niveles de resistencia, designados como grados A, B, C y D, los cuales los cuales tienen un punto de fluencia de 1 687, 1 898, 2 109, 2 319 kg/cm². Estas láminas de acero son de calidad estructural, y se usan principalmente para depósitos en el almacenaje de aceite y agua. El acero A573 se produce con dos valores de resistencia en acero de calidad estructural que se destina para instalaciones de temperaturas atmosféricas lo cual incrementa la tenacidad de la ranura. Los otros aceros láminares - A285, A515, A516 - se suministran con calidad para depósitos a presión y se utilizan para construcción de acero en aplicaciones muy críticas, como son los depósitos a presión. Las especificaciones para A515 y A516 han reemplazado a las especificaciones anteriores para el A201 y A212.

Tabla N° 5: Propiedades mecánicas especificadas de los aceros*⁷

Designación de la ASTM	Espesor de las láminas, pulg	Grupo ANSI/ASTM o peso/pie para perfiles estructurales	Punto de fluencia o resistencia de fluencia, ksi	Resistencia a la tensión, ksi
Aceros al carbono				
A36	Hasta 8, incl. No aplicable Más de 8	Hasta 426 pie/lb, incl. Más de 426 lb/pie	36 36 32	58-80 58 58-80
A283, Grado C	No especificado	No aplicable	30	55-65
A285, Grado C	Hasta 2, incl.	No aplicable	30	55-75
A515, A516 Grado 55	Hasta 12, incl.	No aplicable	30	55-75
A515, A516 Grado 60	Hasta 8, incl.	No aplicable	32	60-80
A515, A516 Grado 65	Hasta 8, incl.	No aplicable	35	65-85
A515, A516 Grado 70	Hasta 8, incl.	No aplicable	38	70-90
A573, Grado 65	Hasta 1 1/2, incl.	No aplicable	35	65-77
A573, Grado 70	Hasta 1 1/2, incl.	No aplicable	42	70-90
Aceros de baja aleación y alta resistencia				
A242	Hasta 3/4, incl. Más de 3/4 hasta 1 1/2, incl.	Grupos 1 y 2 Grupo 3	50 46	70 67
A588	Más de 1 1/2 hasta 4, incl. Hasta 4, incl. Más de 4 hasta 5, incl. Más de 5 hasta 8, incl.	Grupos 4 y 5 Grupos 1-5	42 50 46 42	63 70 67 63
A441	Hasta 3/4, incl. Más de 3/4 hasta 1 1/2, incl. Más de 1 1/2 hasta 4, incl. Más de 4 hasta 8, incl.	Grupos 1 y 2 Grupo 3 Grupos 4 y 5	50 46 42 40	70 67 63 60
A572, Grado 42	Hasta 6, incl.	Grupos 1-5	42	60
A572, Grado 50	Hasta 2, incl.	Grupos 1-5	50	65
A572, Grado 60	Hasta 1 1/4, incl.	Grupos 1 y 2	60	75
A572, Grado 65	Hasta 1 1/4, incl.	Grupo 1	65	80
Aceros de alta resistencia y al carbono, tratados térmicamente, de baja aleación				
A633, Grado C y D	Hasta 2 1/2, incl. Más de 2 1/2 hasta 4, incl.	Investiguese	50 46	70-90 65-85
A633, Grado E	Hasta 4, incl. Más de 4 hasta 6, incl.		60 55	80-100 75-95
A678, Grado C	Más de 3/4, incl. Más de 3/4 hasta 1 1/2, incl. Más de 1 1/2 hasta 2, incl.	No aplicable	75 70 65	95-115 90-110 85-105

*Las propiedades mecánicas listadas son valores mínimos especificados, excepto cuando se da un intervalo especificado de valores (mínimo a máximo).

Tanto el A515 como el A516 se suministran en cuatro niveles de resistencia, designados como de grados 55, 60, 65, 70 (denotan su resistencia a la tensión), con un punto de influencia mínimo especificado de 2 109, 2 250, 2 460, 2 674 kg/cm². El acero A515 es para

⁷ FREDERICK S. MERRITT (1992). "Manual del ingeniero Civil" Tomo 2. McGraw-Hill/ Interamericana Editores, s.A. 3era Edición. México. Pag. 9-4

“instalaciones a temperaturas altas e intermedias”, mientras que el A516 es para “instalaciones a temperaturas moderadas y bajas”.

2. 2.3.2 Definiciones varias.

2.2.3.2.1 Platinas.

a) Denominación: PLAT A36.

Descripción: Producto de acero laminado en caliente de sección rectangular.

Normas Técnicas:

Composición Química y Propiedades Mecánicas: ASTM A36 - 96.

b) Presentación: Se produce en barras de 6 metros de longitud.

c) Dimensiones y pesos nominales más frecuentados en el sistema RBS:

Diam. (pulg.)	Peso estimado	
	kg/m	kg/6 m
1/8 x 2	1,28	7,68
3/16 x 2	1,8	10,79
1/4 x 2	2,54	15,24
3/8 x 2	3,82	22,92

d) Requerimientos químicos (%):

C = 0,26 máx. Mn = 0,60 / 0,90 (para espesores mayores de 3/4").

P = 0,040 máx. S = 0,050 máx. Si = 0,40 máx.

e) Propiedades mecánicas:

Límite de Fluencia mínimo = 2 530 kg/cm².

Resistencia a la Tracción = 4 080 – 5 620 kg/cm².

Alargamiento en 200 mm:

Espesores: 1/8"..... = 12,5 % mínimo.

3 /16"..... = 15,0 % mínimo.

1/4"..... = 17,5 % mínimo.

3/8", 1/2", 5/8", 3/4" y 1" = 20,0 % mínimo.

Doblado a 180° = Bueno.

Soldabilidad = Buena soldabilidad.

f) Tolerancias en el Ancho:

Ancho nominal (b) - mm	Tolerancias (mm)
$b \leq 50$	(+/-)0,8
$50 < b \leq 75$	(+/-)1,2
$75 < b \leq 100$	(+/-)1,5
$100 < b \leq 125$	(+/-) 2

g) Tolerancias en el Espesor:

Espesor Nominal (e)	Tolerancias (mm)	
	b ≤ 50	50 < b ≤ 150
mm		
$e \leq 50$	(+/-) 0,4	(+/-) 0,5
$20 < e \leq 50$	(+/-) 0,8	(+/-) 1

h) Tolerancias en la Longitud: + 50 mm.

2.2.3.2.2 Tubos estructurales LAF.

a) Denominación: Tubo Cuadrado y/o Tubo rectangular LAF

Descripción: Producto de acero laminado en frío de sección rectangular.

Normas Técnicas:

Composición Química y Propiedades Mecánicas: ASTM A513

b) Presentación: Se produce en tubos de 6 metros de longitud.

c) Dimensiones y pesos nominales más frecuentados en el sistema RBS:

Dimensión Nominal		espesores (mm)		
Pulgadas	mm	1,2	1,5	2
2 x 2	50 x 50	x	x	x
2 x 1	50 x 25	x	x	x

d) Tolerancias en el diámetro exterior:

Dimensión exterior mayor A (mm)	Tolerancia (mm)
4,8<A<=1 588	0,2
15,88<A<=28,58	0,25
28,58<A<=38,10	0,35
38,10<A<=50,80	0,45
50,8<=A63,50	0,55
63,50<A<=76,20	0,65
76,20<A<=101,60	0,9

e) Tolerancia en el espesor de la pared: De acuerdo a ASTM 513. Considerando el espesor nominal o el espesor inmediatamente mayor al espesor nominal.

f) Identificación y Embalaje

Los tubos son aceitados para protegerlos de la corrosión.

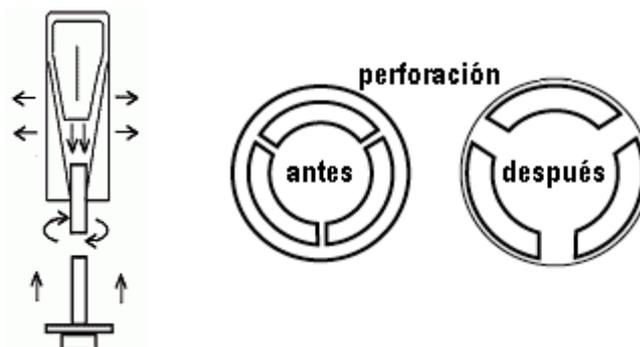
2.2.3.2.3 Perno de expansión

La acción de dar vuelta a la tuerca del perno hace que la cuña roscada se mueva a lo largo de la porción extrema roscada del perno, además de forzar las hojas laterales del anclaje hasta ampliar su diámetro y entrar en contacto con la pared del agujero perforado.

Esto da lugar a una resistencia de fricción en el extremo del anclaje y produce así una tensión en el perno. Esta tensión es relativa a la cantidad de esfuerzo de torsión (torque) aplicada y del tipo de roca en que se apoyará.

Los pernos para roca con anclajes se utilizan generalmente en las estructuras de roca masiva con bloques o estratificado. Se usa un adaptador con una caja de 28 mm cuadrada (1 1/8") y un barreno hexagonal de 7/8" para la rotación del perno para roca con anclaje.

Figura 3.3. Muestra de perno de expansión

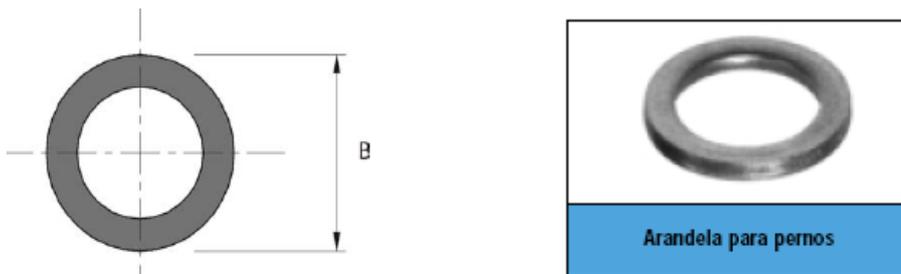


2.2.3.2.4 Arandela de neopreno.

Es un disco delgado con un agujero, por lo común en el centro. Normalmente se utilizan para soportar una carga de apriete. Entre otros usos pueden estar el de espaciador, de resorte, dispositivo indicador de precarga y como dispositivo de seguro.

Las arandelas normalmente son de metal o de plástico. Los tornillos con cabezas de alta calidad requieren de arandelas de algún metal duro para prevenir la pérdida de pre-carga una vez que el torque es aplicado. Los sellos de hule o fibra usados en tapas y juntas para evitar la fuga de líquidos (agua, aceite, etc.) en ocasiones son de la misma forma que una arandela pero su función es distinta. Las arandelas también son importantes para prevenir la corrosión galvánica, específicamente aislando los tornillos de metal de superficies de aluminio.

Figura 3.4. Muestra de arandela



2.2.3.2.5 Pintura.

Es el producto formado por uno o varios pigmentos con o sin carga y otros aditivos dispersos homogéneamente, con un vehículo, que se

convierte en una película sólida; después de su aplicación en capas delgadas y que cumple con una función de objetivos múltiples.

a) Tipos de pintura

a.1 Pintura a base de "Látex"

Son pinturas tipo supermate, superlátex o similares, compuestas de ciertas dispersiones de resinas insolubles en agua que forman una película continua al evaporarse el agua.

La pintura entre otras características, debe ser resistente a los álcalis del cemento, resistente a la luz y a las inclemencias del tiempo.

a.2 Imprimante

Es una pasta a base de látex a ser utilizado como sellador antes de aplicar la pintura.

Deberá ser un producto consistente al que se le pueda agregar agua para darle una viscosidad adecuada para aplicarla fácilmente.

Al secarse deberá dejar una capa dura, lisa y resistente a la humedad, permitiendo el sellado de cualquier grieta, rajadura, porosidad y asperezas. Será aplicada con brocha.

a.3 Látex Polivinílico

Es la Pintura a base de látex polivinílico con alto contenido de látex lavable, resistente a la alcalinidad, a la lluvia y a los cambios de temperatura.

a.4 Temple

Son pinturas en la cual el vehículo no volátil está constituido por una cola o por una mezcla de coloides dispersados en el agua.

Comprende también a este grupo, los productos en polvo, que antes de su uso han de dispersarse en agua.

El agua para la solución deberá ser potable y limpia, libre de sustancias químicas en disolución u otros agregados.

a.5 Pintura Anticorrosiva

Es un producto elaborado con resinas sintéticas, debidamente plastificadas y con pigmentos inhibidores del óxido.

a.6 Esmalte

Son pinturas en las cuales el vehículo no volátil, está constituido por una mezcla de aceites secantes (crudos, tratados o sintéticos) y de resinas naturales o artificiales, óleo solubles o constituyendo un sistema homogéneo.

Esta pintura puede ser brillante o mate, según la proporción de pigmentos y su fabricación.

Se utiliza preparado de fábrica, de marca o fabricantes conocidos y de calidad comprobada.

a.7 Barniz Semi mate

Es aquella pintura que está formulado a base de resina alquímica de alta calidad. Ofrece máxima resistencia a la intemperie y deberá dejar una capa brillante, dura, impermeable y flexible.

b) Pinturas frecuentadas por el sistema RBS.

b.1 Anticorrosivo Epóxica Verde:

b.1.1 Descripción: Anticorrosiva en dos componentes en envases separados: el componente A, una Anticorrosiva epóxica con pigmento cromato de zinc inhibidor de corrosión y el componente B, un Endurecedor poliamídico. La mezcla apropiada de ambos produce al secar una capa sólida, resistente a aguas dulces y saladas, ácidos débiles, álcalis, Ajustadores alifáticos o aromáticos y temperaturas de 120°C en seco y 70°C en inmersión.

b.1.2 Usos: Como base anticorrosiva (con el acabado final recomendado) de sistemas de protección de aluminios, duraluminio, galvanizados en frío o caliente, antimonio, zinc, hojalata y metales ferrosos sumergidos en aguas dulces o saladas o de proceso industrial en instalaciones portuarias o industriales, puentes, barcos, aviones, maquinarias y equipos expuestos en atmósferas industriales con alta contaminación.

b.2 Esmalte sintético Alquídico

b.2.1 Descripción: Esmalte sintético alquídico a base de aceite, de acabado brillante, de alta resistencia a la intemperie para garantizar una durabilidad prolongada, rendidor, de excelente cubrimiento y adherencia, variada gama de colores, entre mezclables entre sí.

b.2.2 Usos: Para la protección y decoración de superficies metálicas y de madera, para muros y cielos rasos, maquinarias y equipos, ventanas, puertas, rejas y zócalos a la intemperie o en ambientes interiores.

2.2.3.2.6 Selladores

2.2.3.2.6.1 Sikaflex 221

Es un adhesivo de poliuretano, multipropósito de alta calidad que no escurre que cura por exposición a la humedad atmosférica para formar un elastómero durable.

a) Norma Técnica: ASTM C920.

Este material es fabricado de acuerdo a las Normas ISO 9001/14001 del sistema de aseguramiento de calidad.

b) Datos técnicos del producto:

Base química	Poliuretano 1C
Color (CQP ¹⁾ 001-1)	Blanco, gris, negro, café
Mecanismo de curado	Curado por humedad
Densidad (sin curar) (CQP006-4)	1,3 kg/l aprox. dependiendo del color
Tixotropía	Buena
Temperatura de aplicación	5°C - 40°C
Tiempo de formación de piel ²⁾ (CQP019-1)	60 min. aprox.
Tiempo abierto ²⁾ (CQP526-1)	45 min. aprox.
Velocidad de curado (CQP049-1)	(ver diagrama)
Contracción (CQP014-1)	5% aprox.
Dureza Shore A (CQP023-1 / ISO 868)	40 aprox.
Resistencia a la tensión (CQP036-1 / ISO 37)	1,8 N/mm ² aprox.
Alargamiento de ruptura (CQP036-1 / ISO 37)	500% aprox.
Resistencia a la propagación de desgarre (CQP045-1/ ISO 34)	6 N/mm aprox.
Temperatura de transición vítrea (CQP509 -1/ ISO 4663)	-45°C aprox.
Factor del movimiento de acomodación	12,5%
Temperatura de servicio (CQP513-1)	permanente -40°C a +90°C
Periodo corto	1 día 120°C
	1 hora 140°C
Vida de almacenamiento (almacenado por debajo de 25°C) (CQP016-1)	12 meses

¹⁾ CQP = Procedimiento de Calidad Corporativo ²⁾ 23°C (73°F) / 50% h.r.

c) Mecanismo de curado

Este producto cura por reacción con la humedad atmosférica. A bajas temperaturas, el contenido de agua en el aire es generalmente bajo y por consiguiente el proceso de reacción de curado es lento.

d) Resistencia química

Es resistente al agua fresca, agua de mar, agua sarrosa, fluentes del drenaje, ácidos diluidos y soluciones cáusticas, temporalmente resiste a combustibles, aceites, minerales y grasas animales, vegetales y aceites, no resiste a ácidos orgánicos, alcohol, ácidos minerales concentrados y soluciones cáusticas o solventes.

e) Tipos de envase

Cartucho 310 ml

Salchicha 400 + 600 ml

Cubeta 23 l

Tambo 195 l

f) Áreas de aplicación

Pega bien a una amplia gama de materiales y es adecuado para hacer un sello elástico permanente de una alta resistencia adhesiva.

Materiales adecuados como madera, metales, metales imprimados y capa de pintura, materiales cerámicos y plásticos.

CAPITULO 3 “SISTEMA RBS” DE PVC.

3.1 DESCRIPCIÓN.

El sistema constructivo denominado “Royal Building System” (RBS), el mismo que ha sido introducido desde 1992 y patentado en todo el mundo.

A la fecha ha sido empleado en más de 60 países en la construcción de:

- a) Viviendas de interés social, medio y residencial.
- b) Escuelas y aulas
- c) Hospitales y clínicas.
- d) Plantas industriales y,
- e) Oficinas.

El sistema de construcción Royal esta compuesto de piezas extraídas a base de PVC, reforzado, que le confiere óptimas características en términos de fortaleza, apariencia, durabilidad, limpieza, que requiere menos mantenimiento; es resistente al intemperismo y a la radiación del sol(UV).

En la aplicación relativa a naves y bodegas industriales, el sistema RBS requiere:

Base. Que el piso tenga una superficie lisa y a nivel para recibir los muros del sistema.

Estructura. Esta debe ser acorde con las características geográficas de la zona en que se encuentre la nave, pueden ser de acero, madera u otro material.

La calidad en la apariencia del muro R.B.S, esta en función de la calidad del armado de la estructura porque es el esqueleto de la nave, por lo tanto se recomienda tener el cuidado necesario en el ensamble de esta.

El sistema de muros RBS, se puede emplear con diferentes tipos de diseño arquitectónico siendo estos de tipo cuadrangular.

El sistema RBS es además adecuado para construir áreas de servicio como:

- Baños y vestidores.
- Comedores
- Dormitorios.
- Laboratorios.
- Oficinas interiores y exteriores, etc.
- Casetas.
- Aulas.
- Espacios de servicio en general.

Para estos tipos de construcciones se requiere un análisis de suelo además de un análisis estructural adecuado a la zona de instalación.

3.2 ESPECIFICACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL.

3.2.1 Producto

RBS utiliza componentes rígidos de polímero de PVC extraído que sirven como paneles definitivos para la construcción de obras de infraestructura, tales como naves industriales, campamentos mineros o petroleros, viviendas, hoteles, entre otros. Estos componentes extraídos se deslizan unos contra otros e interconectan, creando muros y techos. La estructura así construida es recuperable totalmente, pudiendo desmontarse y trasladarse los componentes a otra locación para proceder a su rearmado.

RBS es el único sistema que asegura una recuperación del 100% del material utilizado, teniendo este una duración garantizada de 20 años. Los muros pueden ser rellenados con concreto si se desea tener una infraestructura de carácter definitivo, siendo éste un procedimiento opcional que dependerá de los requerimientos del proyecto.

3.2.2 MATERIALES (POLÍMERO DE PVC)

El material del polímero utilizado en los paneles RBS es Royalloy.

Royalloy es un polímero rígido (basado en PVC) que ha sido especialmente mezclado con aditivos para producir un único juego de propiedades adecuadas para la performance del RBS.

Estos aditivos son: (Estabilizadores, plastificantes, modificadores de impacto, lubricantes, rellenos y pigmentos).

Las propiedades físicas de Royalloy fueron establecidas basadas en requerimientos bien detallados especificados por el Centro de Materiales de Construcción Canadiense (CCMC). Para cumplir con estos requerimientos fue necesario ejecutar un completo programa de ensayos o tests.

Químicamente, Royalloy es un complejo compuesto de resina de PVC, modificadores acrílicos, ceras, lubricantes, protectores de rayos ultravioleta y supresores de humo y flama. Los resultados tienen una clasificación de 1 20023 32 0040, según ASTM 4216.

Las propiedades del material Royalloy son mostradas en la siguiente Tabla.

Tabla N° 19: Propiedades de Royalloy

PROPIEDAD	ENSAYO ASTM	REQUERIMIENTO	RESULTADO
Gravedad especifica	D792	Valor del reporte	
Temp. De deflexión por calor (carga de 1.82 Mpa a 65°C)	D648	> 70 °C > 158 °F	75 °C 167 °F
Coefficiente de expansión lineal	D696	< 6×10^4 cm/cm/c < 3.3×10^{-9} ln/ln/F	5.8×10^5 cm/cm/c 3.2×10^{-5} ln/ln/F
Contracción (1/2 hr a 82°C)	D3679	Max 3	1.3
Resistencia a la tensión	D638	> 37.7 MPa > 5500 Psi	40.0 Mpa 5750 Psi
Modulo de tensión	D638	> 2800 Mpa > 377000 Psi	3725 Mpa 540200 Psi
Elongación a la fluencia	D638	Valor del reporte	2.5%
Elongación a la rotura	D638	Valor del reporte	127%
Resistencia a la flexión	D790	Valor del reporte	70.9 Mpa 10280 Psi
Modulo de flexión	D790	Valor del reporte	3537 Mpa 513000 Psi
Dureza (rockwell)	D785	Valor del reporte	102
Resistencia al impacto	D256	> 53.4 > 1.0	96.1 J/m 1.8 ft.lb/In
Resistencia al impacto (caída libre)	D4226	Valor del reporte	4982 J/m 1.12 In-lb/mll

3.2.2.1 Componentes principales del RBS

a) Panel.

El panel conector es un elemento extruido producido por El Grupo Royal. El panel se coloca alternadamente con el panel conector para formar los muros y techos en el Sistema RBS.

Las almas del panel conector se perforan con huecos oblicuos de 50 mm x 63.5 mm espaciados a cada 83.3 mm a centros.

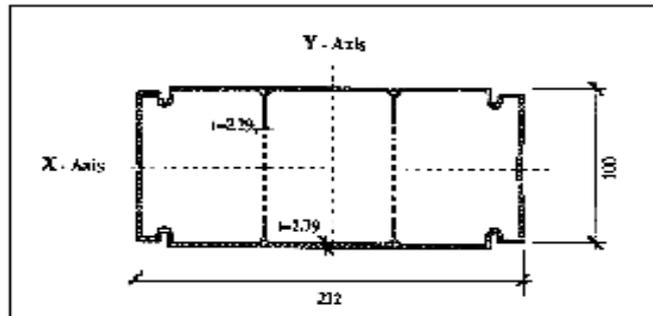


Figura 4.7. Panel
Sección. (mm)

Tabla Nº 20: Valores típicos de las propiedades (1)

PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR	
Sección			
Peso	kg/m	2.94	
Resistencia (3)		Ultima	Recomendada
Eje X			
Momento de diseño (2) M_x	ton.m	0.0816	0.0554
Cortante de diseño (2) (V_x)	ton	0.1621	0.1081
Rigidez elástica $(E I_x)$	kg/mm ²	0.9616×10^9	0.9616×10^9
Momento etapa lineal (4)	ton.m		0.0806
Momento ultimo (5)	ton.m		0.1081
Cortante ultimo (5)	ton		0.2152

- (1) Valores obtenidos con base en reportes de ensayos de laboratorio.
- (2) El valor de diseño es el menor valor correspondiente al de la etapa lineal, o al 50% del valor ultimo.
- (3) La resistencia y rigidez del techo se ve afectada por cargas de larga duración y por la temperatura. Los valores indicados deberán multiplicarse por el factor 0.8 para cargas vivas, o multiplicarse por 0.67 para cargas de viento.
- (4) El momento en etapa lineal es el máximo momento bajo el cual se tiene un comportamiento totalmente elástico sin deformación permanente plástica o viscoelástica
- (5) Los valores últimos se obtuvieron cuando se pandeo el alma entre los agujeros.

b) Conector.

El conector es un elemento extruido fabricado por El Grupo Royal. Las almas del conector se perforan con huecos oblicuos de 50 mm x 76 mm espaciados a cada 83.3 mm a centros. EL conector sirve para ensamblar los paneles que forman el muro o el techo del sistema RBS.

Figura 4.8. Conector
Sección. (mm)

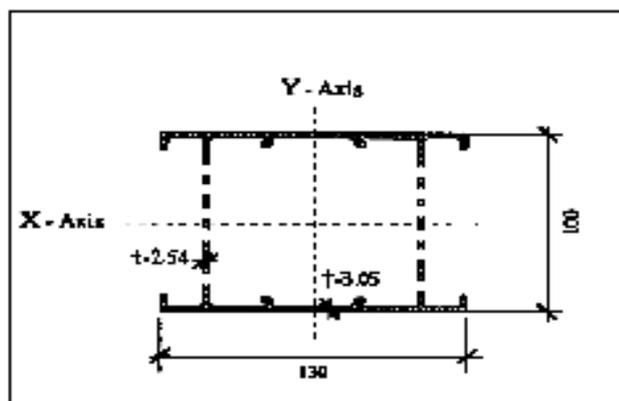


Tabla Nº 21: Valores típicos de las propiedades (1)

PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR	
Sección			
Peso	kg/m	2.11	
Resistencia (3)		Ultima	Recomendada
Eje X			
Momento de diseño (2) Mx	ton.m	0.0449	0.0296
Cortante de diseño (2) (Vx)	ton	0.0887	0.0591
Rigidez elástica (Elx)	kg/mm ²	0.534 x 10 ⁹	0.534 x 10 ⁹
Momento etapa lineal (4)	ton.m		0.0540
Momento ultimo (5)	ton.m		0.0591
Cortante ultimo (5)	ton		0.1183

- (1) Valores obtenidos con base en reportes de ensayos de laboratorio.
- (2) El valor de diseño es el menor valor correspondiente al de la etapa lineal, o al 50% del valor ultimo.
- (3) La resistencia y rigidez del techo se ve afectada por cargas de larga duración y por la temperatura. Los valores indicados deberán multiplicarse por el factor 0.8 para cargar vivas, o multiplicarse por 0.67 para cargas de viento.
- (4) El momento en etapa lineal es el máximo momento bajo el cual se tiene un comportamiento totalmente elástico sin deformación permanente plástica o viscoelástica
- (5) Los valores últimos se obtuvieron cuando se pandeo el alma entre los agujeros.

3.2.3 Dimensiones

Los paneles RBS son extruídos en cinco espesores, como se muestra en la siguiente tabla.

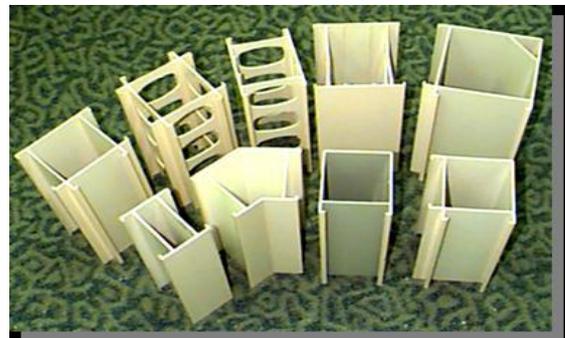
Tabla N° 22: Muro RBS

Sistema	Espesor de Muro		
	Total	Nominal	Aislante
RBS-64	64 mm	50 mm	0
RBS-100	100 mm	95 mm	0
RBS-150	150 mm	145 mm	0
RBS-200	200 mm	195 mm	0
RBS-200I	200 mm	195 mm	54 mm

Fotografía 2: Tipo de paneles



Fotografía 3: Tipo de conectores

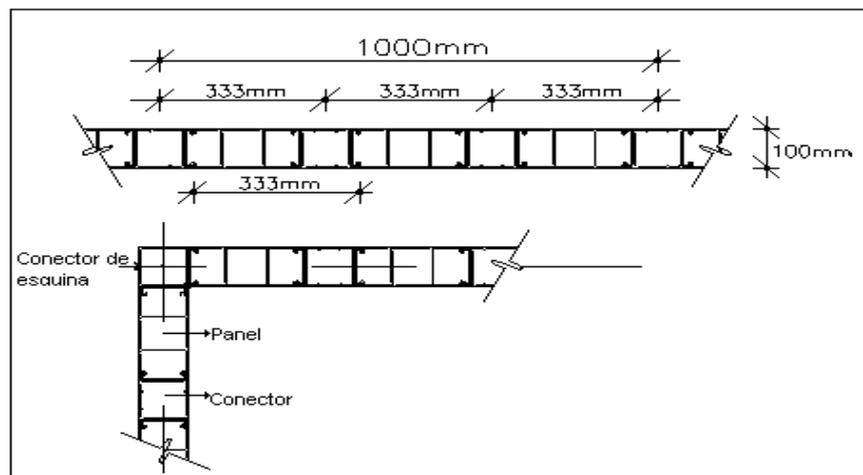


3.2.4 Ensamble del RBS

a) RBS 100 MM

La modulación y ensamble de muro se basa en la combinación de un panel y un conector. La suma de ambas piezas es de 333mm, es decir 1/3 de metro.

Figura 4.9. Muestra de enganche panel RBS 100mm y conector:



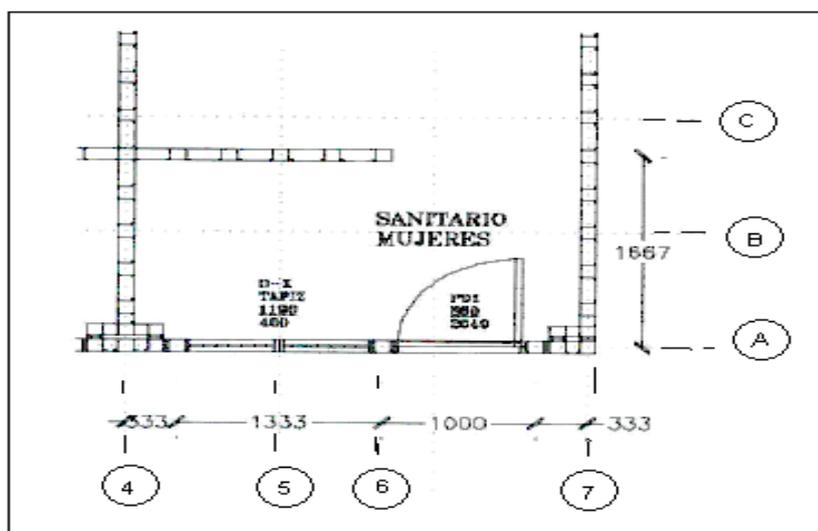
La altura de los muros esta determinada por el proyecto, pudiendo utilizar una pieza de hasta 12m. Sin embargo, cabe recordar que el kit llegara cortado a la medida necesaria para no tener que hacer ajustes en obra.

El conector es la pieza clave de la modulación. A partir de este se localizaran puertas y ventanas, igualmente es en el conector donde se podrá rematar un muro o formar una esquina o un crucero.

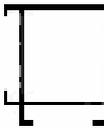
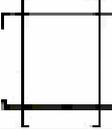
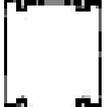
Es necesario resaltar que este tipo de panel es adecuado para realizar construcciones de más de dos pisos, no habiéndose aplicado hasta la fecha en nuestro país.

En la Figura 5, se muestra una modulación con el panel de RBS 100mm:

Figura 5. Modulación de panel RBS 100 mm



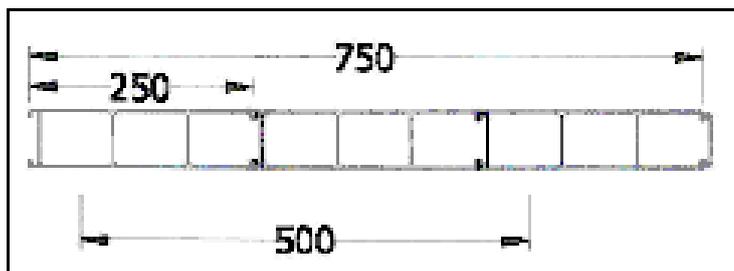
a.1) Piezas básicas del sistema RBS 100mm

PERFIL	REF.	DESCRIPCION
	Bahx-xx-aa	Panel Conector (100mm x 100mm)
	Bbhx-xx-aa	Panel 3 vias (100mm x 100mm)
	Bchx-xx-aa	Panel esquinero (100mm x 100mm)
	BDhx-xx-aa	Panel final (100mm x 100mm)
	Behx-xx-aa	Panel 4 vias (100mm x 100mm)
	Bfhx-xx-aa	Panel Conector (100mm x 45 mm)
	Palx-xx-aa	Panel Conector (100mm x 232 mm)
	Pphx-xx-aa	Panel (100mm x 93 mm)

b) RBS 64MM

El ensamble básico en el RBS 64mm, consiste en la unión de un panel - conector y otro, formando el modulo estándar 250mm.

Figura 5.1. Muestra de enganche panel RBS 64 mm y conector:



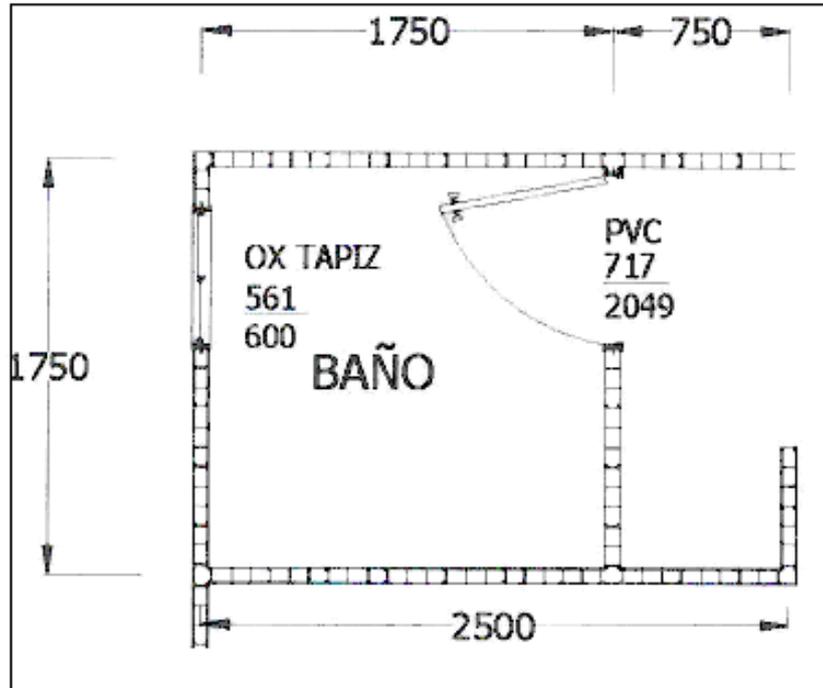
Para RBS 64mm, el principio es el mismo: la unión de una pieza única panel - conector, en este caso la modulación es de 250mm en ambas combinaciones, con sus respectivas piezas de ajuste lo que hace $\frac{1}{4}$ de metro.

La altura de muros esta determinada por el proyecto y el kit llegara al sitio cortado a la medida necesaria para no tener que hacer ajustes en obra.

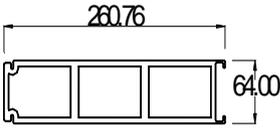
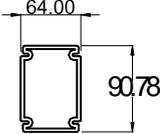
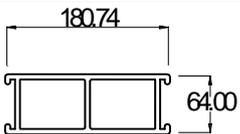
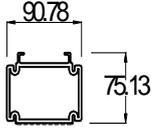
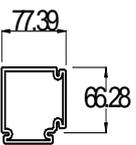
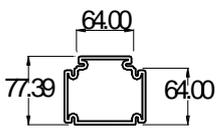
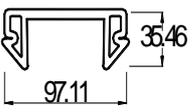
Esta pieza unión, que es el panel-conector, es a partir de la cual se localizan las puertas y ventanas y podremos rematar muros o formar esquinas o cruceros.

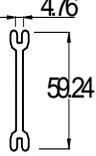
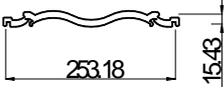
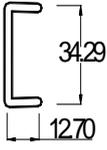
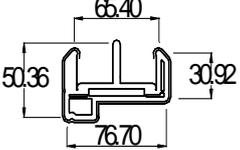
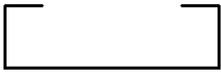
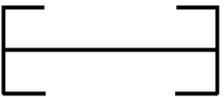
En la Figura 5.2, se muestra una modulación con el panel de RBS 64mm.

Figura 5.2. Modulaci3n de panel RBS 64 mm

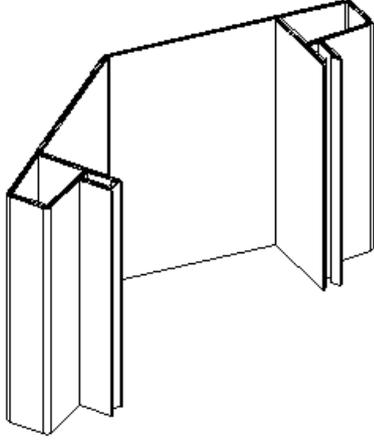


b.1) Piezas básicas del sistema RBS 64mm.

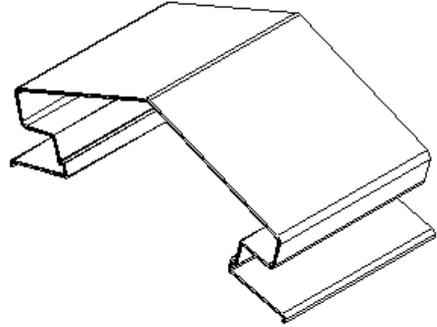
PERFIL	REF.	DESCRIPCIÓN
	Nebcpn	Panel Conector 64
	Nep091	Panel de 91 X 64
	Nebcse	Dos vías muro 64 Dos vías techo 64
	Repbtn	Tres vías techo 64
	Nepccw	Esquinero 64
	Nepctn	Tres vías muro 64
	Rerwca	Adaptador de Caballete 64

PERFIL	REF.	DESCRIPCIÓN
	Nejbcw	Unión de conector 64
	Rerdet	Teja andina 64
	Refcfe	Marco básico 64
	Ceawhf	Marco andino 64
	Ceawhe	Marco andino 64 Especial
	Nebcse	Starter 64
	Nejipa	Union panel 64

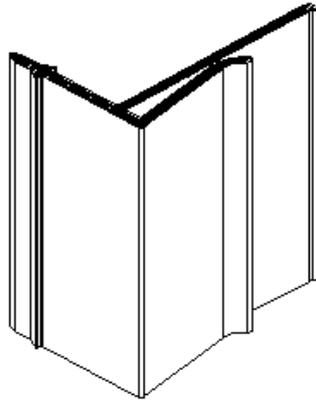
CUMBRERA



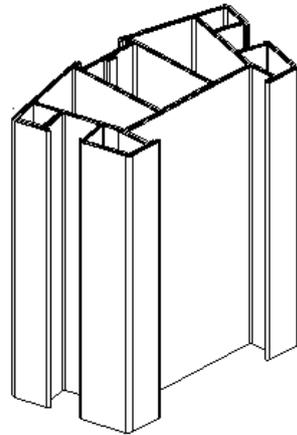
**TAPA DE CUMBRERA 14°
100 mm - 3.94"
(RERVCBHF)**



**TAPA DE JUNTA
DE VENTILACION
DE CUMBRERA
(TEJCRVHF)**



**PATA DE TAPA DE
VENTILACION DE
CUMBRERA (RERVCLAA)**



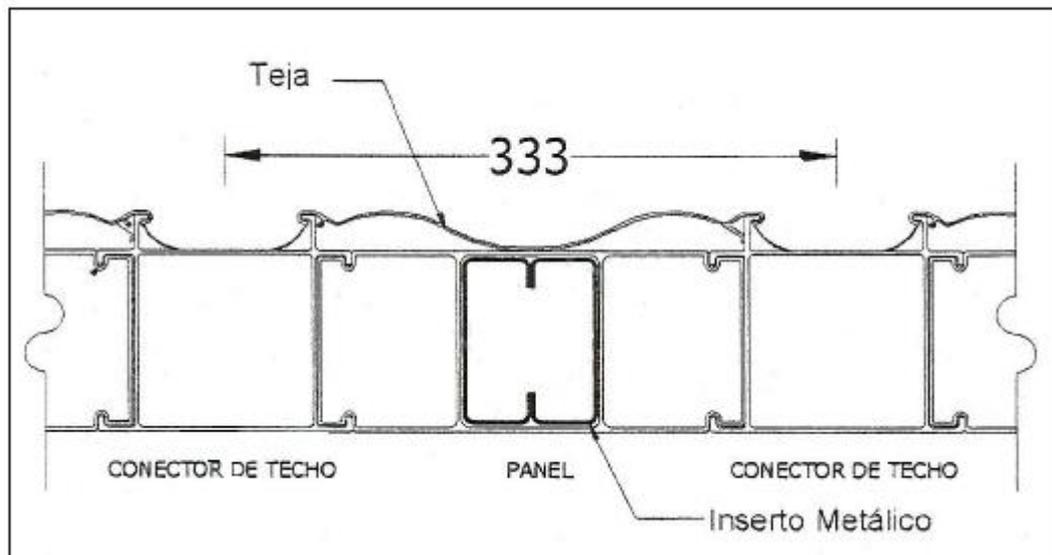
**CABALLETE
100 mm - 3.94"
(RERBCSHF)**

c) Techo RBS

El ensamble de techo RBS 100mm o 64mm se hace uniendo paneles y conectores. De ser necesario se refuerza con insertos de lámina galvanizada distribuido según sea requerido. Este ensamble se apoya en los muros o vigas para formar el sistema RBS. Una de las características del techo RBS es que al utilizar teja RBS no requiere impermeabilización alguna.

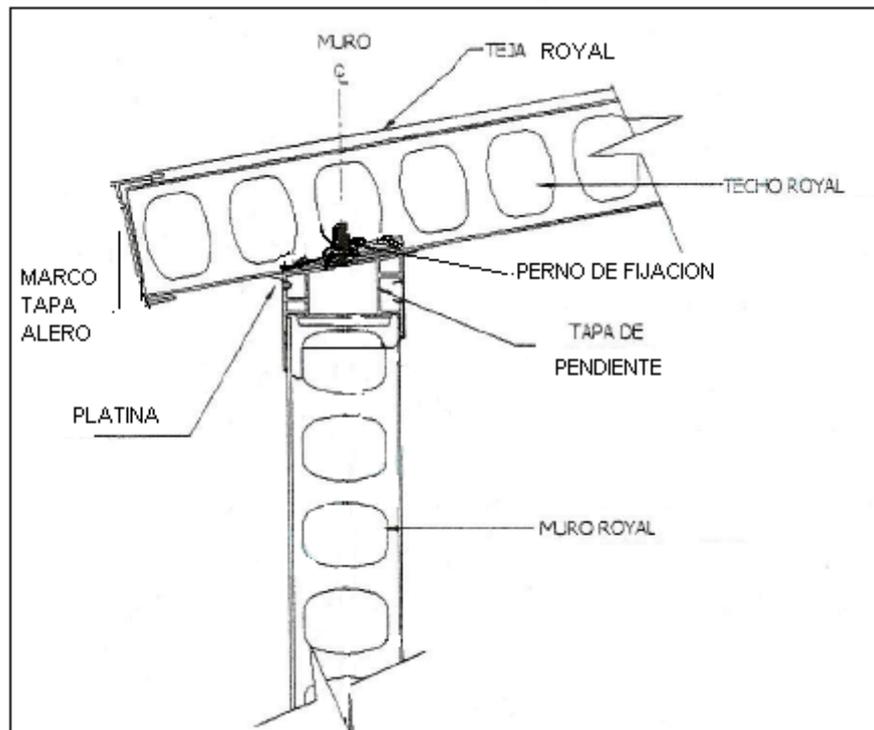
El refuerzo metálico da la posibilidad de tener claros hasta de 4.00m.

Figura 5.3 Modulación de techo.



La ubicación y cantidad de anclajes de techo serán determinadas en cada proyecto de acuerdo a las condiciones de viento de la región.

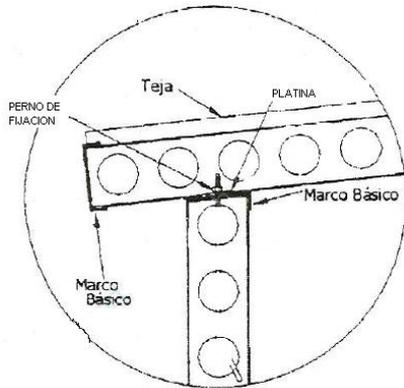
Figura 5.4. Detalle de techo en muro de alero



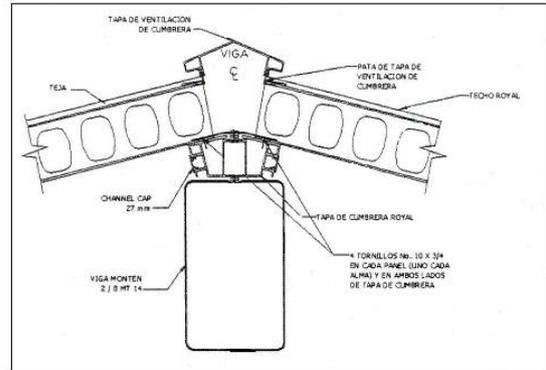
La unión de dos aguas se debe apoyar en una viga o en un muro, dependiendo del claro será el tipo de viga a utilizar.

El techo RBS 64mm esta modulado a cada 25mm. De acuerdo al claro libre entre apoyos y a la zona geográfica en que se encuentre la edificación se especifican insertos intermedio o vigas intermedias metálicas. El origen del desarrollo de esta techumbre, es tener una cubierta térmicamente eficiente a un menor costo. La principal aplicación del techo RBS 64 mm son las unidades básicas de vivienda y aulas. Las formas típicas de ensamble son las siguientes:

a) Detalle típico en alero:
cumbreira:



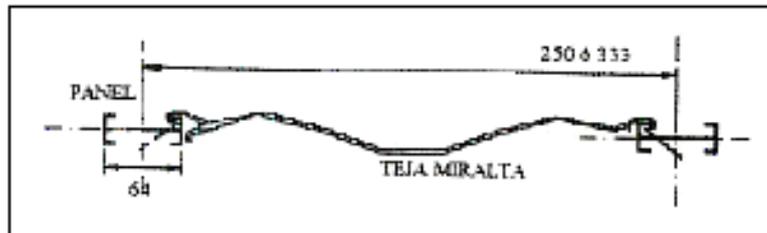
b) Detalle típico en viga de
cumbreira:



d) Cubierta:

Las tejas pueden generarse en longitudes de 12 m de una sola pieza de ser necesario se harán traslapes para alcanzar la longitud requerida. Las tejas se pueden soportar sobre una estructura metálica o sobre vigas RBS. Se fija a la estructura mediante una pija autorroscante a los largueros, según su especificación.

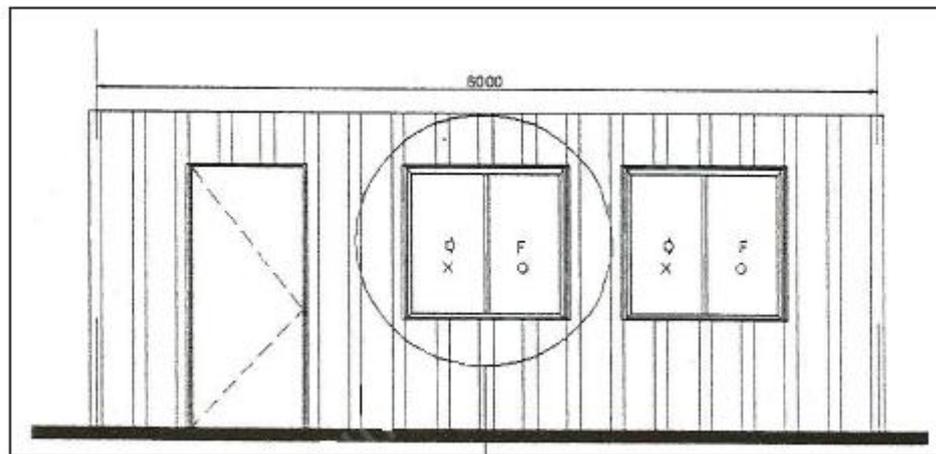
Figura 5.5. Detalle de teja



e) Ensamble de ventanas:

La localización en planta de las ventanas debe ser entre conectores. Ahí se colocaran los marcos y dependiendo del claro, será la medida del ancho de la ventana. El marco de la ventana es atornillada a las columnetas que se encuentran dentro de los paneles conectores de RBS.

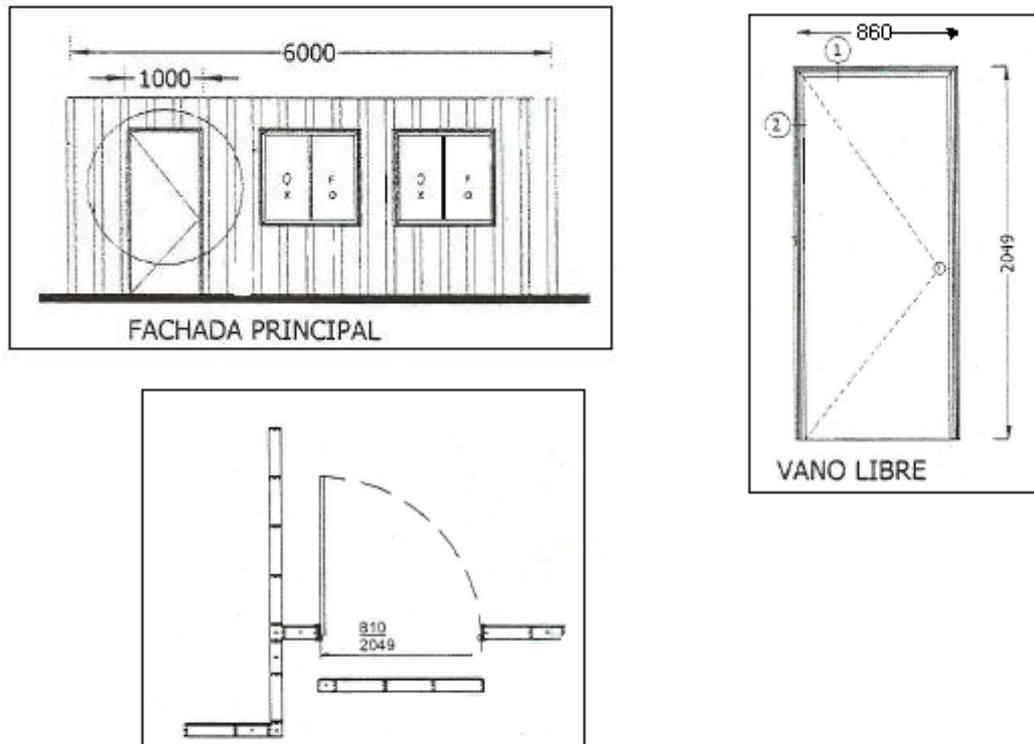
Figura 5.6. Detalle de modulación de ventana.



f) Ensamble de puerta:

La modulación de las puertas, es similar a las ventanas, también deben situarse entre conectores, y atornillarse a las columnetas que se encuentran embebidas dentro de los paneles conectores de RBS: Estos conectores en la figura 5.7 están a 1000mm de distancia a centros.

Figura 5.7. Modulación de puerta en el sistema RBS.



3.2.5 Descripción de materiales

a) Marco Básico:

Elemento en forma de C que realiza de función de delimitar el muro en la parte inferior. Tiene el mismo ancho del muro. Su presentación es de 6.00 m. de largo.

b) Panel de Muro RBS:

El panel de muro es la componente principal del sistema RBS. Para su instalación se emplea paneles de 25cm de ancho de 3 alvéolos, o paneles de 18cm de 2 alvéolos. Estos paneles se colocan alternadamente con los Conectores de 2 vías o 3 vías según su uso. Dentro de muros RBS nombraremos a los esquineros que sirven de cierre para los cuadrangulares u esquinas.

g) Panel de Techo RBS:

El panel de techo se utiliza para la instalación de techo. Para su instalación se emplea paneles RBS de 18 x 6.4 cm. Este panel como en el caso de los muros su colocación también se alterna con un conector de tres vías de 7.5 x 9.078cm. Solo nombramos el panel de espesor de 6.4cm hasta la fecha solo se ha aplicado este espesor de muro en nuestro país.

d) Tapa de Alero Y Típano:

Es un elemento en forma de C , de un ancho de 64 mm, que tiene presentación de 6.00 m de largo. Su función principal es cubrir los extremos del panel de techo, además de cubrir los extremos de los aleros, obteniéndose de esta forma un acabado adecuado.

e) Tapa de Pendiente:

Se describe como tapa de pendiente a los elementos en forma de C , que delimitan la parte superior de los muros. Estas tapas tienen un ancho de 64 mm. Su presentación es de 6.00m. de largo.

f) Teja:

Es el elemento que forma parte de la cubierta, lleva por dimensión 25.32 x 1.54cm. Su función principal es impermeabilizar la cobertura. Este elemento se instala encima del panel de techo RBS.

3.3 COLORES DEL SISTEMA RBS

Las presentaciones del RBS están dadas en los siguientes colores:

- Blanco
- Celeste
- Gris

Colores sobre pedido:

- Marfil
- Almendra
- Blanco brillante

3.4 DETERMINACIÓN DEL PESO DE LA TABIQUERÍA RBS.

El peso de la tabiquería se obtuvo por simple diferencia de pesos. Es decir, en un inicio antes de realizar el "Ensayo Dinámico sin RBS", se pesó el pórtico obteniendo así su peso. Posteriormente, después de terminado el " Ensayo dinámico con RBS", se pesó el pórtico incluyendo a la tabiquería.

Así restando estos dos pesos se determinó el peso de la tabiquería.

A continuación, se presenta la siguiente tabla detallando el procedimiento escrito en el párrafo anterior.

Tabla N° 23: Determinación el peso de la tabiquería RBS

Descripción	Peso (K)
Pórtico sin RBS	83.76
Pórtico con RBS	236.76
Peso del RBS =	153

De esta manera, se obtuvo el peso de la tabiquería de 153 k. Este peso incluye a un área de 3 x 6mt. Son 18m² de área de paneles de RBS.

Para determinar el peso por metro cuadrado, se dividió la cantidad calculada entre el área del vano del pórtico, entonces se obtuvo.

La determinación del peso distribuido de la tabaquería RBS es:

Descripción	Peso (k.)	W (k/m²)
Tabiquería de techo		10
Teja andina		2.4
Tabiquería RBS	153	8.5

3.5 PROPIEDADES DEL SISTEMA NO CONVENCIONAL RBS

3.5.1 Resistencia al intemperismo

La resistencia al intemperismo del sistema RBS ha sido diseñada para cumplir con las más estrictas demandas de exposición severa a los rayos del sol, al calor y al frío.

El Grupo Royal ha empleado la tecnología más moderna del PVC recubierto. Este avanzado proceso tecnológico ha sido usado exitosamente en ventanas y en sistemas de recubrimiento, ahora también se aplica en el RBS.

Las formulaciones usadas para los substratos y para el recubrimiento están totalmente balanceadas para permitir que sean totalmente compatibles. La tecnología de Royal ha eliminado los problemas tales como descascaramiento, alabeo y decoloración, que son comunes en otros sistemas a base de capas.

La degradación por rayos ultravioleta, uno de los aspectos más críticos asociados con el intemperismo, ha sido estudiado ampliamente, los productos Royal han tenido más de 15 años de prueba en regiones de clima más difíciles. La radiación se mide en kilolangleys por año. La composición química de los productos Royal han demostrado soportar sin ningún problema en áreas de hasta 160 kilolangleys por año. La composición química de los productos Royal optiman la retención del calor, la resistencia al impacto y la no variación de sus dimensiones bajo condiciones de radiación ultravioleta y calor infrarrojo.

Las componentes del sistema Royal han sido probados a la exposición ultravioleta en Arizona, USA (clima seco y caliente con altos niveles ultravioleta), en Ohio, USA (clima variado), y en Florida, USA (clima caliente y húmedo, con aire salado y altos niveles ultravioleta), La tabla siguiente resume los resultados de 60 meses de prueba a la intemperie.

Tabla Nº 24: Tabla de intemperismo

Duración	6 meses		
Localidad (1)	AZ	OH	FL
Retención de color			
Δ LH (2)	1.42	-0.21	0.58
Δ aH	-1.42	-1.26	-1.54
Δ bH	4.86	3.50	4.06
Δ EH	5.26	3.72	4.38
Prueba de impacto por goteo (3)			
Procedimiento A	1.0	1.0	1.0
Procedimiento B	1.0	1.0	1.0

Duración	12 meses		
Localidad (1)	AZ	OH	FL
Retención de color			
Δ LH (2)	2.37	-0.03	0.82
Δ aH	-1.13	-0.87	-0.44
Δ bH	3.94	2.86	3.25
Δ EH	4.74	2.99	3.38
Prueba de impacto por goteo (3)			
Procedimiento A	1.0	1.0	1.0
Procedimiento B	1.0	1.0	1.0

Duración	24 meses		
Localidad (1)	AZ	OH	FL
Retención de color			
Δ LH (2)	2.60	0.61	0.73
Δ aH	-1.35	-1.16	-1.61
Δ bH	5.77	4.08	3.30
Δ EH	6.84	4.28	3.74
Prueba de impacto por goteo (3)			
Procedimiento A	0.8	1.0	0.9
Procedimiento B	0.8	1.0	0.9

Duración	60 meses		
Localidad (1)	AZ	OH	FL
Retención de color			
Δ LH (2)	2.67	0.26	0.94
Δ aH	-0.91	-1.35	-1.35
Δ bH	6.45	4.96	4.85
Δ EH	7.04	5.15	5.02
Prueba de impacto por goteo (3)			
Procedimiento A	0.5	0.7	0.6
Procedimiento B	0.5	0.7	0.6

(1) AZ, Arizona; OH, Ohio ; FL, Florida

(2) El cambio en el color esta en unidades Hunter: LH, aH, bH, EH

ΔLH, Cambio en aclaración/ oscurecimiento,

ΔbH, Cambio en el espectro amarillo/azul,

ΔaH, Cambio en el espectro rojo/verde

ΔEH, Cambio de color total

(3) Procedimiento A y Procedimiento B a 360- 370 °F (cono de 4”)

3.5.2 Resistencia al fuego

La resistencia al fuego del RBS esta determinada por la combinación de diversos factores. Estos factores incluyen que tan flamable es su combustibilidad, la cantidad de calor que emite cuando se quema y la velocidad a que este calor se libera, tamaño de flama, cantidad de humo producida y su toxicidad.

Tabla Nº 25: Resistencia al fuego

Propiedad	Método	Requerido	Resultado RBS	Madera
Temperatura de auto-ignición	ASTM D1929	Min 343°C	480°C	208-254
		650°F	896°F	406-507
Temperatura de ignición por destello	ASTM D1929	Ninguna	460°C	260
		Ninguna	860°F	500
Ratio de quemado	ASTM D635	10 mm/seg	0	N/A
		0.394 pulg/seg	0	N/A
Máxima extensión de quemado	ASTM D635	25.4 mm	12.4 mm	N/A
		1pulg	0.49 in	N/A
Índice de flama	ASTM E84	Máx. 25	19	100
	ULCS1022	<051	13	N/A
Desarrollo de humo	ASTM E84	Máx. 450	261	380
	ULCS1022	Valor reporte	75	N/A
Punto de fundición/ablandamiento			82 °C 180° F	

Nótese que para efectos de referencia y comparación se incluyen los parámetros de la madera.

3.5.3 Resistencias químicas

El RBS consta del PVC que es un polímetro rígido que proporciona excelente resistencia química a las soluciones con base en agua más comunes, a los detergentes, ácidos, base y reactivos.

El RBS es inerte en general a la mayoría de minerales, ácidos, sales y parafinas de hidrocarburos, pero tiene baja resistencia a hidrocarburos, aromáticos o clorinados, a éters y acetona .

Tabla N° 26: Resistencia química

Cosméticos		Productos industriales y para autos	
Crema de rasurar	Bueno	Anticongelante	Excelente
Sales para baño	Excelente	Creosote	Pobre
Lociones	Excelente	Líquidos para copias	Bueno
limpiadoras			
Colonias	Bueno	Fertilizantes líquidos	Bueno
Desodorantes	Excelente	Aceites para motores	Excelente
Rociadores para el cabello	Bueno	Limpiadores de metal	Excelente
Peróxido de hidrógeno	Excelente	Químicos para fotografía	Excelente
Pulidor de uñas	Pobre	Cloro para alberca	Excelente
Removedor de uñas	Pobre	Removedor de óxido	Excelente
Shampoo	Excelente	Insecticida	Bueno
Talco	Excelente	Limpiador de parabrisas	Excelente

Químicos comunes		Productos caseros	
Acetona	Pobre	Blanqueadores	Excelente
Alcohol	Excelente	Detergentes	Bueno
Fosfato de amonio	Bueno	Limpiadores de tuberías	Bueno
Batería electrolítica	Bueno	Removedores de cera	Excelente
Etileno	Excelente	Pulidores de muebles	Excelente
Gasolina	Bueno	Pegamento (base soluble)	Bueno
Ácido hidrociorito	Excelente	Pegamento (acetato)	Pobre
Petróleo	Bueno	Insecticida	Bueno
Ácido nítrico	Excelente	Limpiadores de hornos	Excelente
Ácido fosfórico	Excelente	Aromatizantes	Excelente
Ácido sulfúrico	Bueno	Limpiador de tasa de baño	Bueno
Tricloroetano	Pobre	Varsol	Bueno
Turpentine	Excelente	Limpiadores de ventanas	Excelente

La resistencia química se ve afectada por factores tales como temperatura, concentración y duración de la exposición al agente químico.

La resistencia química indicada en la tabla N° 26, debe tomarse como indicativa y no representa una garantía.

El comportamiento del RBS a un producto específico bajo ciertas condiciones solo puede determinarse probando el producto.

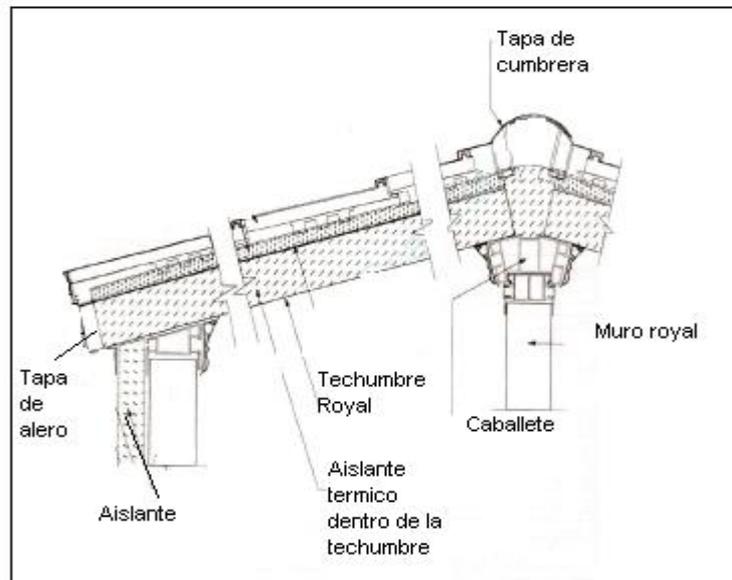
3.6 AISLAMIENTO

Dependiendo de la zona geográfica y de las necesidades del usuario, es posible que se requiera utilizar un mayor aislamiento térmico del que normalmente aporta que se e requiera utilizar un mayor aislamiento térmico del que normalmente aporta el sistema RBS. En tal caso el aislamiento podrá ser suministrado desde planta, o colocado en el sitio por el cliente.

En las zonas geográficas donde el requerimiento de aislamiento térmico sea mayor a lo que usualmente brinda el RBS, la opción mas común es utilizar aislamiento térmico en la techumbre.

Para el caso del techo el aislamiento se puede colocar encima y/o dentro de los paneles.

Figura 5.8. Muestra de aislamiento en techo

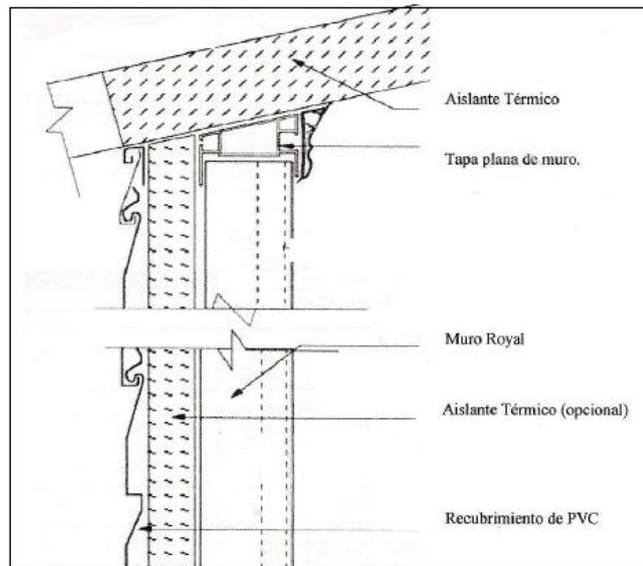


Normalmente se utiliza fibra de vidrio o poliestireno y se coloca dentro de los paneles. Por otra parte, en los muros puede incrementarse el factor de aislamiento, rellendo los muros con concreto que les confiera un mayor coeficiente. Estos generalmente son concretos aligerados, ya sea con perla de poliestireno o con inclusotes de aire, como los concretos celulares; en estos casos, para calcular el factor de resistividad térmica (R) se debe sumar el valor correspondiente del relleno aislante del muro y la aportación del PVC.

En el caso de los muros: Se encuentran dos tipos de aislamientos el interior y el exterior.

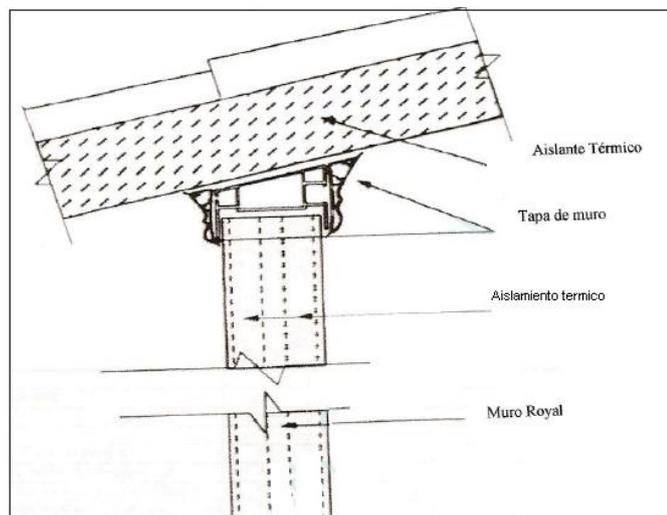
En el caso del muro exterior (Figura 5.9) consiste en muro Royal, aislamiento y acabados, es un tipo de aislamiento que en nuestro país todavía no se ha planteado.

Figura 5.9.
Sección del muro exterior Royal.



En el caso del muro interior (Figura 6.0), consiste en rellenar los paneles de el tipo de aislamiento considerado por el proyectista.

Figura 6.0.
Sección del muro rrelleno
De aislante.



Este tipo de aislamiento interior se ha desarrollado con frecuencia en nuestro país, para la cual se desarrollo diferentes ensayos de laboratorio.

3.6.1 Aislamiento térmico

El panel RBS de por si tiene su propio aislamiento térmico que se muestra en las tablas N° 27 y N° 28.

Tabla N° 27: Resultado de probeta PVC cuadrada vacía sometida a bajas temperaturas.

PRUEBAS	REFERENCIAS	TEMP.	MUESTRA	UNIDADES
Coeficiente de Conductancia Térmico	ASTM C518	-17 °C	1.19	w/m2.k
			0.21	Btu/Ft2.h.°F
Resistencia Térmica (R)	ASTM C518	-17 °C	0.84	m2.k/w
			4.74	Ft.h.°F/Btu

Tabla N° 28: Resultado de probeta PVC cuadrada vacía sometida a altas temperaturas.

PRUEBAS	REFERENCIAS	TEMP.	MUESTRA	UNIDADES
Coeficiente de Conductancia Térmico	ASTM C518	45 °C	1.34	w/m2.k
			0.24	Btu/Ft2.h.°F
Resistencia Térmica (R)	ASTM C518	45 °C	0.75	m2.k/w
			4.25	Ft.h.°F/Btu

Para aumentar esta capacidad de aislamiento se recomienda tomar en cuenta productos aislantes tales como:

a) La fibra de vidrio:

Esta primera opción es uno de los materiales más conocidos y clásico para ser utilizado como aislante térmico. La fibra se interpone dentro de los paneles de techo y/o muros. De esta manera se realizó un ensayo de laboratorio para obtener el coeficiente de conductancia, En la tabla N° 29, mostramos los resultados obtenidos:

Tabla N° 29: Ensayo de panel relleno de Fibra de vidrio

PRUEBAS	REFERENCIAS	TEMPERATURA	MUESTRA	UNIDADES
Coeficiente de Conductancia Térmico	ASTM C518	-17 °C	0.31	W/m ² .K
			0.05	Btu/Ft ² .h.°F
Resistencia Térmica (R)	ASTM C518	-17 °C	3.24	m ² .K/W
			18.3	Ft.h.°F/Btu

b) Panel relleno de poliuretano:

La espuma de [poliuretano](#) es conocida por ser un material aislante de buen rendimiento, por consiguiente se pueden aplicar bajos espesores obteniendo rendimientos similares que otros materiales en mucho mayor espesor. Su aplicación se puede realizar desde la parte inferior o bien desde la parte superior. También tiene excelentes propiedades como aislante acústico. En la tabla N° 30, se muestra los resultados del ensayo que se realizó de un panel RBS relleno de poliuretano.

Tabla N° 30: Panel RBS relleno de poliuretano

PRUEBAS	REFERENCIAS	TEMPERATURA	MUESTRA	UNIDADES
Coeficiente de Conductancia Térmica	ASTM C518	-17 °C	0.24 0.04	W/m ² .k Btu/Ft ² .h.°F
Resistencia Térmica (R)	ASTM C518	-17 °C	4.13 23.35	m ² .k/w Ft.h.°F/Btu

c) Poliestireno:

El material de espuma de [poliestireno](#), es un aislante derivado del petróleo y del gas natural del cual se obtiene el polímero plástico [estireno](#) en forma de gránulos. Para construir un bloque de, por ejemplo, 1 m³, se incorpora en un recipiente metálico una cierta cantidad del material que tiene relación con la densidad final del mismo y al inyectar vapor de agua se expanden los gránulos hasta formar un bloque. Este se corta en placas del espesor deseado para su comercialización mediante un alambre metálico caliente. En la tabla N° 31 se muestra los resultados de un ensayo realizado en un panel RBS relleno de poliestireno.

Tabla N° 31: Ensayo de laboratorio a un panel de RBS relleno de poliestireno

PRUEBAS	REFERENCIAS	TEMPERATURA	MUESTRA	UNIDADES
Coeficiente de Conductancia Térmica	ASTM C518	-17 °C	0.28 0.05	W/m2.k Btu/Ft2.h.°F
Resistencia Térmica (R)	ASTM C518	-17 °C	3.57 20.19	m2.k/w Ft.h.°F/Btu

d) Arena:

Para un mejor aislamiento térmico también se puede emplear la arena fina. En este caso el panel se debe rellenar en obra. En la tabla N°

32 mostramos los resultados del ensayo aplicado a un panel RBS relleno de arena fina.

Tabla N° 32: Ensayo aplicado a un panel de RBS relleno de arena.

PRUEBAS	REFERENCIAS	TEMPERATURA	MUESTRA	UNIDADES
Coeficiente de Conductancia Térmico	ASTM C518	-17 °C	0.32 0.06	W/m2.k Btu/Ft2.h.°F
Resistencia Térmica (R)	ASTM C518	-17 °C	3.17 17.94	m2.k/w Ft.h.°F/Btu

e) Concreto (Mortero):

Gracias a los alvéolos y cavidad que tiene el panel se puede rellenar de mortero pobre. En la tabla N° 33, se muestra los resultados del ensayo aplicado a un panel de RBS relleno de mortero.

Tabla Nº 33: Ensayo aplicado a un panel RBS relleno de mortero.

PRUEBAS	REFERENCIAS	TEMPERATURA	MUESTRA	UNIDADES
Coeficiente de Conductancia Térmico	ASTM C518	-17 °C	0.68	W/m ² .k
			0.12	Btu/Ft ² .h.°F
Resistencia Térmica (R)	ASTM C518	-17 °C	1.47	m ² .k/w
			8.31	Ft.h.°F/Btu

De todas las posibilidades de aislamiento presentadas anteriormente, el panel relleno de poliuretano es aquel que presenta el mejor aislamiento térmico ,seguido de el poliestireno, siguiéndole la fibra de vidrio, la arena , el concreto, y por ultimo el panel RBS de PVC.

3.6.2 Aislamiento acústico

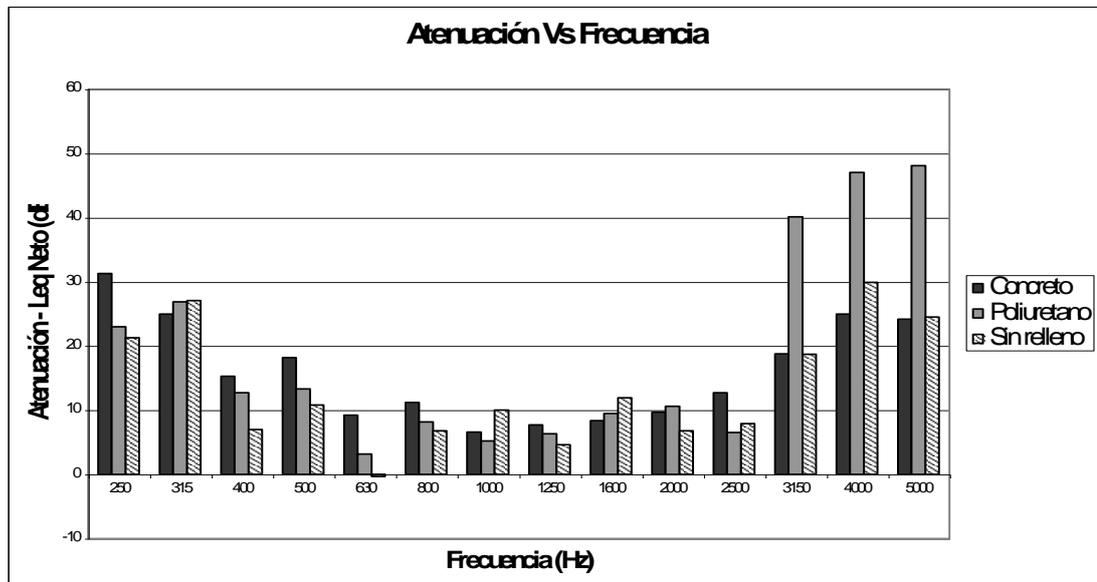
El sistema pre-fabricado es un procedimiento constructivo en base a componentes livianos. Consecuentemente las condiciones de aislamiento acústico permiten en condiciones normales bajos niveles de atenuación de ruidos.

La atenuación entre locales o recintos de una misma edificación, por concepto de paredes y falsos techos, así como la atenuación en relación a ruidos generados en el exterior, es en condiciones normales suficiente, logrando un nivel sonoro adecuado para residencias o lugares de trabajo. Para casos de edificaciones o de recintos con alta exigencia de atenuación acústica, es necesario emplear paneles con un tercer elemento

interior expuesto al centro del alma llena separadora. Este elementos consiste en una lamina de material de densidad media, puede ser: Poliuretano, fibra de vidrio, o concreto.

En la figura 6.1, se observa que la muestra de concreto atenúa mejor que le de poliuretano en frecuencias menores de 1600 Hz, pero la diferencia entre los dos paneles no es mucha, a lo mucho llega a ser de 8dB(decibeles). Sin embargo en frecuencias mayores a 3150 Hz el panel relleno de poliuretano atenúa significativamente mas que el panel vacío y el relleno de concreto, llegando a tener 18 dB (decibeles) mas de atenuación a 5000 HZ. El comportamiento del panel sin relleno es similar al del panel relleno de poliuretano de 250 a 2500 Hz. De ahí en adelante el comportamiento se asemeja al del panel relleno de concreto.

Figura 6.1. Resultados obtenidos - Grafica de atenuación Vs Frecuencia para las tres muestras probadas.



Intensidad de Sonido Registrada con Paneles Divisorios de PVC																
Producto	Espesor (mm)	Peso/Área (kg/m ²)	Valores de Leq medidos (dB)													
			250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz
Panel sin relleno	100	11.4	43.5	43.5	61.7	62	70.8	66.1	62.9	68.4	61.1	66	65.8	50.9	39.1	39.8
Panel relleno de poliuretano	101	13.6	41.8	43.7	56	59.5	67.3	64.7	67.7	66.7	63.5	62.2	67.2	29.5	22	16.2
Panel relleno de concreto	100	234.6	33.5	45.6	53.4	54.6	61.3	61.7	66.3	65.3	64.6	63.1	61	50.8	44	40.1

Tabla N° 34: Valores obtenidos de Leq (dB) para cada una de las bandas de 1/3 de octava de frecuencia principal conocida; registro para cada uno de los paneles probados.

Atenuación Acústica Registrada con Paneles Divisorios de PVC																
Producto	Espesor (mm)	Peso/Área (kg/m ²)	Valores de Leq Neto medidos (dB) = Leq sin panel - Leq con panel													
			250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz
Panel sin relleno	100	11.4	21.3	27.1	7	10.8	-0.3	6.8	10	4.6	11.9	6.8	7.9	18.7	29.9	24.5
Panel relleno de poliuretano	101	13.6	23	26.9	12.7	13.3	3.2	8.2	5.2	6.3	9.5	10.6	6.5	40.1	4.7	48.1
Panel relleno de concreto	100	234.6	31.3	25	15.3	18.2	9.2	11.2	6.6	7.7	8.4	9.7	12.7	18.8	25	24.2

Tabla N° 35: Valores promedios de Leq (dB) obtenidos para frecuencias graves, medias y agudas con cada uno de los paneles.

Intensidad de Sonido Registrada con Paneles Divisorios de PVC					
Producto	Espesor (mm)	Peso/Área (kg/m ²)	Valores de Leq medidos (dB)		
			Frecuencias Graves	Frecuencias Medias	Frecuencias Agudas
Panel sin relleno	100	11.4	43.5	64.7	55.9
Panel relleno de poliuretano	101	13.6	42.75	63.04	46.8
Panel relleno de concreto	100	234.6	39.55	59.46	55.6

Tabla N° 36: Valores obtenidos de Atenuación Acústica (dB) para cada una de las bandas de 1/3 de octava de frecuencia principal conocida; registro para cada uno de los paneles probados.

3.7 RECUBRIMIENTOS

Uno de los materiales más recurrentes en el muro de RBS es el uso de algún tipo de recubrimiento como pastas decorativas o azulejos. En la aplicación de cualquier tipo de pasta decorativa se debe observar que esta contenga acrílico y algún fungicida, no importa el diseño ni el tipo de aplicación.

El acrílico es un elemento que garantiza la adherencia de la pasta al RBS y, sobre todo cuando se use en los baños, no debe faltar el uso de algún fungicida. Generalmente las marcas reconocidas en el mercado utilizan en todas sus representaciones estos dos elementos. Cuando la pasta sea hecha en obra, el acrílico y el fungicida son igualmente indispensables. En el Caso de recubrir el muro con azulejo se puede utilizar cualquier pegamento existente en el mercado. Cuando se verifique que este contiene acrílico y de ser necesario fungicida. Cualquier otro tipo de acabado es posible combinar con el RBS.

3.8 MODULACIÓN ESTRUCTURAL

Utilizando únicamente el PVC sin refuerzos para resistir elementos mecánicos en muros y cubiertas inclinadas, los muros podrán ser autoportantes o de carga (aulas, casetas, etc.) y/o soportados o de fachada (naves industriales) adosados a estructura portante de acero o concreto.

Las cubiertas serán soportadas por largueros separadores (columnetas) entre si alrededor de 1.2 a 1.5m y en zona de vientos de 160 a 220 km/h , en zona de vientos menores a 160km/h con separación de 1.5 a 2.0m .

Nota: Estas distancias entre largueros podrán incrementarse, pero el peso de los elementos y su rigidez aumentara en la medida que se incrementen los entre-ejes, teniéndose las siguientes resistencias:

$$EI = 1.79E+07k\text{-cm}^2$$

RBS refuerzo	100mm	sin	Carga Resistente (k/m ²)		
L claro		L/360	L/180	L/120	L/90
1.00		382	764	1146	1527
1.25		196	391	587	782
1.50		113	226	339	453
1.75		71	143	214	285
2.00		48	95	143	191
2.25			67	11	134
2.50			49	73	98
2.75				55	73
3.00				42	57
3.25					44

RBS refuerzo	100mm sin	P resist. cL (k)		
		L/360	L/180	L/120
L claro				
1.00	239	477	716	955
1.25	153	306	458	611
1.50	106	212	318	424
1.75	78	156	234	312
2.00	60	119	179	239
2.25	47	94	141	189
2.50		76	115	153
2.75		63	95	126
3.00		53	80	106
3.25		45	68	90
3.50			58	78
3.75			51	68
4.00			45	60

Vmax. = 2163.66 k

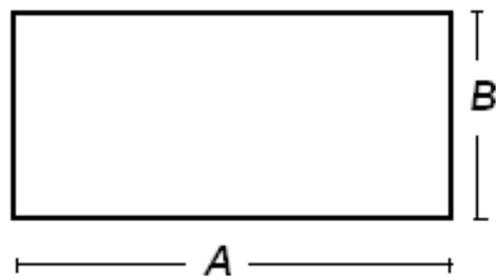
Así mismo se recomienda seguir condiciones de regularidad marcadas por los diferentes reglamentos y códigos de construcción, tanto en planta como en elevaciones.

De la práctica se deriva que en caso de estructuras a base de muros resistentes ante acción de sismos, tener como mínimo una tercera parte de la longitud total en el perímetro de la estructura con muros ciegos como mínimo hasta 50% según se requiera la edificación por su ubicación en zonificación sísmica.

En planta se recomienda hacer cortes entre cuerpos, cuando la relación Largo- Ancho sea mayor que cuatro. No se recomienda entrantes ni salientes mayores de 20% de la longitud paralela en planta, para la cimentación se recomienda el uso de losas de cimentación con ampliación de la base(a manera de contrabes en "T") en lecho bajo de muros de planta baja.

Para la modulación, la relación A/B de una edificación deberá ser menor o igual a cuatro.

Figura 6.2. Área de modulación



3.8.1 Descripción de materiales

a) Tubos LAF

Los tubos estructurales de sección cuadrada según se determina en los planos de diseño. Serán fabricados en acero laminado en Frío LAF en calidad comercial A36, bajo la norma ASTM 570. Las tolerancias en el espesor de la pared, rectitud y torsión serán de acuerdo a ASTM 570.

b) Tubos LAC Mecánicos

Los tubos electrosoldados serán de sección cuadrada y rectangular según se determina en los planos de diseño. Serán fabricados en acero

laminado en caliente LAC calidad comercial SAE 1009, bajo la norma ASTM A-513. El acero utilizado en la fabricación de los tubos es acero SAE 1009.

Las tolerancias en el espesor de la pared y en la rectitud y torsión serán de acuerdo a ASTM A-513.

c) Perfiles

Los perfiles laminados o contruidos, planchas, vigas principales y otros elementos estructurales serán de acero al carbono, conforme a la "Standard Specification For Structural Steel" ASTM A36, con sus requerimientos químicos y propiedades mecánicas mínimas establecidas en dicha norma.

Los perfiles formados en caliente podrán fabricarse de acero ASTM A569, cuyas propiedades mecánicas deberán exceder los valores mínimos indicados para el acero ASTM A36.

c) Pernos de Anclaje

Los pernos de anclaje serán del tipo cuña modelo TRUBOLT o similar, los que se emplearán en concreto macizo. Sus propiedades se ajustarán a lo indicado en la Norma ICBO respecto a los criterios para la aceptación de anclajes expansivos en concreto.

Los anclajes tipo cuña deben tener el vástago roscado con un cono expansor integral y un casquillo de expansión de una sola pieza. El vástago debe ser de acero al carbón y tener una resistencia mínima a la tensión de 4921 k/cm^2 , o de acero inoxidable. Los anclajes deben cumplir con la Especificación Federal A-A-1923A Tipo 4.

Para realizar el anclaje se utilizará brocas carburadas en concordancia con la norma ANSI B212.15-1994. Los anclajes son probados según ASTM-E-488 y listados por ICBO y SBCC. Los códigos referentes a este tipo de anclajes son ICBO ER 3631, SBCCI 9706 y cumplen con los requisitos de la Especificación Federal A-A- 1923 A Tipo 4.

d) Tornillos Autoperforantes

Los tornillos serán autoperforantes punta broca y cabeza tipo wafer o hexagonal según se detalla más adelante. Para las diferentes configuraciones de los tornillos se deberá recurrir a los planos de detalles.

Tabla Nº 37: Utilidad de tornillos

Tipo de tornillo	A utilizarse en:
Autoperforante punta broca Cabeza hexagonal	- Fijación de pórticos y accesorios - Soporte de vigas
Autoperforante punta broca Cabeza tipo wafer Tornillo autorroscante	- Fijación de platinas - Instalación de teja

3.8.2 Detalle de estructuras

a) Columnas

Perfil Tubular metálico:

El perfil mas común que se usa es el tubular de 2x2" de 1.2 y 1.5 mm (Tubo estructural LAF) según las especificaciones y necesidades, soldado a una platina en la parte inferior. El espesor de 1.5 mm se usa en las esquinas, en la zona de puertas y ventanas, además de las columnas que soportan vigas o travesaños.

Las columnas forman parte del refuerzo vertical de los muros, las cuales van embebidas en los muros. En la fotografía 4, se muestran las columnetas hechas de tubo estructural y acabado con pintura anticorrosiva.

En la base de los tubos llevan una plataforma de platina 2x3/16" , que servirá como apoyo sobre la losa y permitirá atornillar las columnetas a la losa.

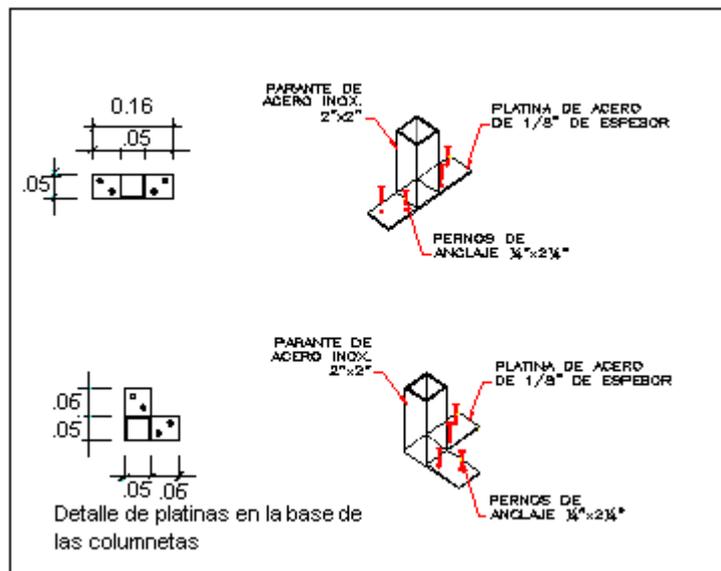
Fotografía 4: Columnetas acabadas.



Fotografía 5: Columnetas instaladas



Figura 6.3. Detalle de platinas en base de columnas



a.1) Pintura base: Es una pintura anticorrosivo cromato zinc alquídico, aplicada en una mano para los elementos metálicos: postes de 50mm x 50mm. El espesor final de la película seca será de 02 mils.

a.2) Pintura de acabado: Es un esmalte sintético el cual se aplicara en dos manos a los tijerales y vigas metálicas con un mínimo de película seca de 1.5mils por capa, dando como resultado final un acabado de 03 mils de espesor de película seca.

b) Vigas

El perfil que se usa en las vigas esta hecho de tubo rectangular, mayormente suele ser de 2"x4"x2.5mm (Tubo estructural LAC), la sección y espesor de viga depende de el claro dispuesto en su diseño arquitectónico.

Las vigas forman parte del refuerzo horizontal para el soporte de la cobertura (techo), están distanciadas de 2m. a 2.5mts dependiendo la necesidad de diseño. Para un respectivo acabado las vigas son pintadas con pintura anticorrosivo color verde y pintura esmalte color RBS.

Fotografía 6: Imagen de vigas instaladas en obra.



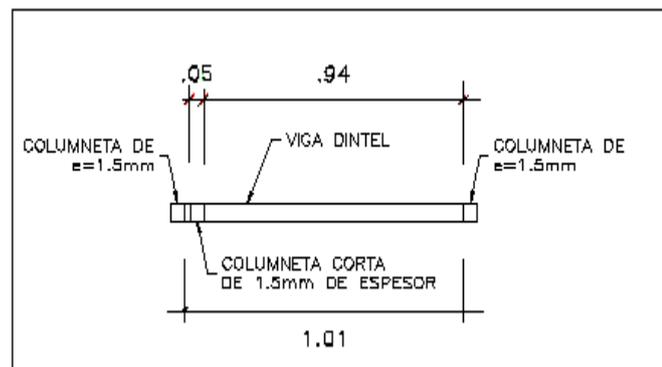
b.1) Vigas dinteles

Las vigas dinteles son los refuerzos para ventanas y puertas en las cuales se empernan los marcos de ventana y puerta.

Fotografía 7: Imagen de viga dintel



Figura 6.4. Vista de planta de viga dintel



c) Tijerales

Los tijerales son los soportes de la cobertura, y sus dimensiones dependen del diseño del modulo.

Fotografía 8: Imágenes de tijerales instalados en obra.



3.9 CIMENTACIÓN

La forma de cimentar la edificación puede ser en varias alternativas, dependiendo de las características del terreno: Calidad del suelo, resistencia y desniveles que se presentan: y dependiendo además de los requerimientos constructivos, condiciones de trabajo del lugar, etc. Que determinan las características de la base del piso.

La función de la cimentación será la de distribuir las cargas sobre el terreno y proveer el anclaje a los muros de RBS.

a) Cimentación sobre plataforma de concreto:

Consiste en la ejecución de una losa o platea de 0.15 m de espesor, salvo en las uñas de cimentación que se describen más adelante. Sigue la forma de la arquitectura del módulo, pero considera un rebose de 10 cm medidos a partir de la cara exterior de los muros de tal manera que cubre el cono de falla de los pernos de anclaje de la estructura de RBS (pernos de cabeza expansiva). El acabado será semipulido.

La resistencia requerida del concreto es de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, debiendo utilizarse incorporador de aire en la mezcla. Se puede determinar emplear el diseño alternativo de fibras de polipropileno en reemplazo del acero corrugado convencional, debido a su mejor comportamiento ante las contracciones propias del concreto.

El procedimiento constructivo es por etapas, según las indicaciones de los planos, considerando para esto juntas de vaciado y dilatación.

Adicionalmente deberá considerarse cortes superficiales de 2.5 cm con disco diamantado donde corresponda, a las 10 horas de realizado el vaciado (juntas de control).

Se debe tener especial cuidado en el curado, el cual puede ser por inundación o yute mojado, mínimo 7 días. Se recomienda el sistema de arrocetas.

De acuerdo al diseño se debe considerar una uña de cimentación en todo el perímetro y entre las juntas de dilatación, Se debe considerar acero

corrugado convencional para el acero de refuerzo de estas uñas, tal como lo especifica el ingeniero proyectista.

3.10 COBERTURA

Las coberturas tradicional RBS puede reemplazarse de acuerdo a la variedad de alternativas de materiales livianos para cubierta, que frece el mercado local.

a) Tijerales:

El sistema constructivo utiliza para el techado de sus edificaciones, estructura metálica del tipo tijerales, para techos de 1 o 2 aguas en claros mayores a 6m., utilizando como materiales perfiles metálicos de ángulos. Estos tijerales descansan en parantes que son de diferente sección que las columnetas, sus dimensiones varían entre 2x6" a 4 x4". Entre tijerales se colocan arriostres de varillas de fierro de 3/8",

Para el diseño de los tijerales se considera el sistema de modulación, es decir depende de la edificación. La pendiente de inclinación en los techo que normalmente se aplica es del 16 al 18%.

La colocación de esta cubierta se efectúa en condiciones normales indicadas por los fabricantes.

3.10.1 Aplicación de Cielo Raso

A pesar que el sistema RBS tiene un buen acabado sin cubierta interior, en muchas construcciones se ha aplicado cielo raso Armstrong. El cielo raso cuenta con la propiedad de ser desmontable.

- a) Cielo raso desmontable: Compuesto por un entramado de perfiles metálicos de riel, que se fijan en las paredes, largueros ensamblados a los perimetrales, y travesaños ensamblados a los largueros.

Esta estructura se suspende con doble alambre roscado galvanizado cada 1m. Los paneles Armstrong son rectangulares individuales de fibra mineral, se posicionan en la estructura de rieles.

a.1) Baldosa acústica Armstrong

Será del tipo fibra mineral moldeada en húmedo, en corte rectangular, marca Armstrong o similar, modelo Encore 1933 o similar para los ambientes de oficina y Clean room Mylar o similar en baños o en zonas húmedas. El acabado será de pintura vinílica de látex de fábrica, diseño con revestimiento salpicado resistente a raspaduras en la superficie, con las siguientes características:

a.1.1) Baldosa Modelo Encore 1933

Descripción	
Dimensiones	24" x 48" x1/2"
Material	Fibra mineral moldeado en húmedo
Borde	Recto
Acabado superficial	Pintura látex de vinilo aplicada en fabrica
Color	blanco
Reflectancia a la luz	0.86 según ASTM E1477
Resistencia al fuego	Material incombustible clase A con coeficiente de propagación de llama menor o igual a 25 (ASTM E 1264)
Coeficiente de absorción a la reverberación	0.5
Coeficiente de transmisión de sonido	Mínimo 35

Utilización: Cielo Raso de buena respuesta acústica, recomendado para grandes espacios de trabajo; oficinas, salones de venta, salones de usos múltiples, etc.

a.1.2) Baldosa modelo Clean room VL

Descripción	
Dimensiones	24" x 48" x3/4"
Material	Fibra mineral moldeado en húmedo
Borde	Recto
Acabado superficial	Película poliéster resistente a la humedad
Color	blanco
Reflectancia a la luz	0.81 según ASTM E1477
Resistencia al fuego	Material incombustible clase A con coeficiente de propagación de llama menor o igual a 25 (ASTM E 1264)
Coeficiente de transmisión de sonido	Mínimo 35

Utilización: Cielo raso de buena respuesta acústica, recomendada para laboratorios, baños, salas de urgencias, consultorios, etc.

3.11 MANEJO Y ALMACÉN

3.11 .1 Estibado y clasificación del material

Se debe prever un lugar despejado y plano preferiblemente no tan alejado al sitio de la obra para almacenar el material.

En la medida en la que el estibado, es recomendable clasificarlo según su tipo y longitud por separado colocando estibas o repisas de madera para que las caras del material no estén en contacto con el piso.

Una vez clasificado y estibado el material se verifica las cantidades con la lista de embarque adjunta.



Fotografía 9: Desestibado de paneles de obra



Fotografía 10: Ordenamiento Paneles en

3.11.2 Recomendaciones para el estibado

Los paneles se deben estibar uniendo las caras que quedan a la vista entre si intercalando los niveles hacia arriba con un máximo de 10.

Fotografía 11: Paneles estibados



El estibado de conectores se realiza intercalando los niveles hacia arriba con un máximo de 20.

3.12 TRABAJOS PRELIMINARES

3.12.1 Limpieza de terreno

El desbroce y limpieza se clasificará de acuerdo con los siguientes criterios:

a) Desbroce y limpieza en bosque

Comprende la tala de árboles, remoción de tocones, desraíces y limpieza de las zonas donde la vegetación se presenta en forma de bosque continuo.

Los cortes de vegetación en las zonas próximas a los bordes laterales del derecho de vía, deben hacerse con sierras de mano, a fin de evitar daños considerables en los suelos de las zonas adyacentes y deterioro a otra vegetación cercana. Todos los árboles que se talen,

según el trazado de la carretera, deben orientarse para que caigan sobre la vía, evitando de esa manera afectar a vegetación no involucrada.

Debe mantenerse, en la medida de lo posible, el contacto del dosel forestal con la finalidad de permitir el movimiento de especies de la fauna, principalmente de primates. De encontrarse especies de flora o fauna con un importante valor genético y/o en peligro de extinción determinados en las especificaciones, estudios previos, éstos deben ser trasladados a lugares próximos de donde fueron afectados.

El traslado de cualquier especie será objeto de una Especificación Especial, preparada por el responsable de los estudios, en la cual se definirá el procedimiento y los cuidados que serán necesarios durante toda actividad hasta su implantación en el nuevo sitio.

b) Desbroce y limpieza en zonas no boscosas

Comprende el desraíce y la limpieza en zonas cubiertas de pastos, rastrojo, maleza, escombros, cultivos y arbustos. También comprende la remoción total de árboles aislados o grupos de árboles dentro de superficies que no presenten características de bosque continuo.

En esta actividad se deberá proteger las especies de flora y fauna que hacen uso de la zona a ser afectada, dañando lo menos posible y sin hacer desbroce innecesario, así como también considerar al entorno socioeconómico protegiendo áreas con interés económico.

3.12.2 Trazo y replanteo en terreno normal

Tan pronto se tome posición del terreno destinado a la obra, y antes de proceder a efectuar otras labores deberá realizar los trabajos topográficos necesarios para el trazo y replanteo de la obra, tales como: Ubicación de ejes, colocación de niveles, los que deberán estar señalados en lugares visibles a entera satisfacción del Inspector o Supervisor de la obra.

Las labores de trazo y replanteo serán realizadas por personal especializado.

Antes de proceder a la demolición y movimiento de tierra se deberá de trazar todos los ejes y niveles del proyecto.

a) Método de Medición:

El metrado de trazo, niveles y replanteo, se hará por metro cuadrado (m²), debidamente aprobada por el Inspector o Supervisor.

3.13 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El armado del sistema RBS, consiste básicamente en los siguientes pasos:

- a) Armado de estructura
- b) Paneles RBS
- c) Sellado de marcos.

3.13.1 Montaje del sistema

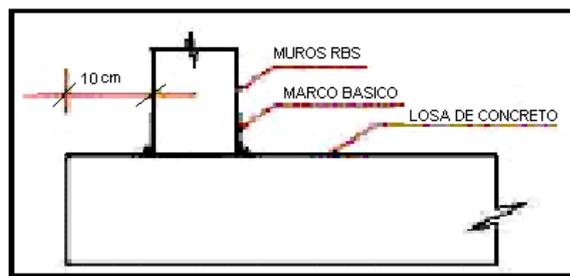
a) Losa de Concreto

La losa de concreto debe tener un espesor mínimo de 10 cms y 210kg /cm². Con un acabado acorde al tipo de piso a ser instalado posteriormente.

Se debe de dejar un espacio de 10 cm. Entre la cara exterior del muro RBS y el filo de la losa para evitar agrietamiento de la losa, debido al anclaje

Figura 6.5. Detalle de losa

NOTA:
SI EXISTIESE ALGUNA
IRREGULARIDAD EN LA LOSA
ES RECOMENDABLE HACER
LA CORRECCION ANTES DEL
ENSAMBLE DE MUROS.

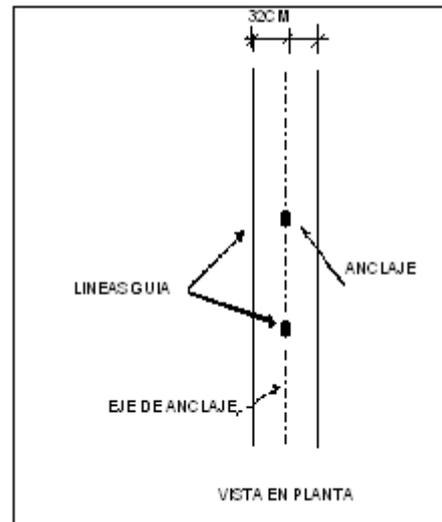


Líneas guías

En el proceso de construcción de la losa de cimentación de la edificación, es necesario realizar un nuevo trazo de ejes para la colocación y fijación de guías haciendo esto con una cimbra o un tiralíneas. Las líneas estarán separadas del eje de anclajes (varillas) 3.2cm. A uno y a otro lado del

mismo. Sobre estas líneas guías se colocaran posteriormente los marcos básicos donde se apoyaran los muros.

Figura 6.6. Vista en planta de Líneas guías para el ensamble de muro.



b) Instalación de Marco Básico para cimbrar Muros

Una vez efectuadas las líneas guías y previamente libre de polvo y humedad se colocará cinta elastomérica tipo sikalastomer 95 o un sello de sikaflex sellador universal a fin de constituir la primera barrera contra filtraciones exteriores provenientes de agua de lluvia.

Luego de colocar la cinta elastomérica, sobre estas líneas guías se colocaran posteriormente los marcos básicos donde se apoyaran los muros.



Fotografía 12: Alineación del marco básico



Fotografía 13: Colocación del marco básico

c) Instalación de columnas cuadradas.

Se tiene que ubicar en la losa los puntos donde se instalarán cada poste dentro del marco básico para cimbrar muros, como se muestra en la foto siguiente:



Fotografía 14: Colocación de columnetas



Fotografía 15: Selección de columnetas

Una vez ubicado el poste y marcada la ubicación de los pernos, se procede a taladrar y limpiar la perforación hecha. Se coloca el perno, martillándose con cautela y con la tuerca colocada en el borde del perno.

Fotografía 16: Perforación de losa
Para colocar los pernos de anclaje



Una vez colocada la columna, los pernos de anclaje tipo cuña o de expansión serán ajustados con llaves de boca y corona o con rache y dados hexagonales, debiéndose realizado por lo menos un chequeo aleatorio del torque aplicado a los mismos de acuerdo al manual del fabricante.

Antes de colocar los muros los parantes deben quedar de pie y correctamente instalados y nivelados.



Fotografía 17: Colocación de Pernos de anclaje



Fotografía 18: Alineación de columnetas

- Pernos de expansión:

Son elementos usados para anclar las columnas a la losa de concreto, el que usamos comúnmente es el de 3/8" x 2 1/4 "

Figura 6.7. Perno de expansión



d) Instalación de Muros

Los paneles se ensamblan unos con otros, deslizándose entre si como se muestra en la figura.



Fotografía 19: Insertación de muros



Fotografía 20: Instalación de muros

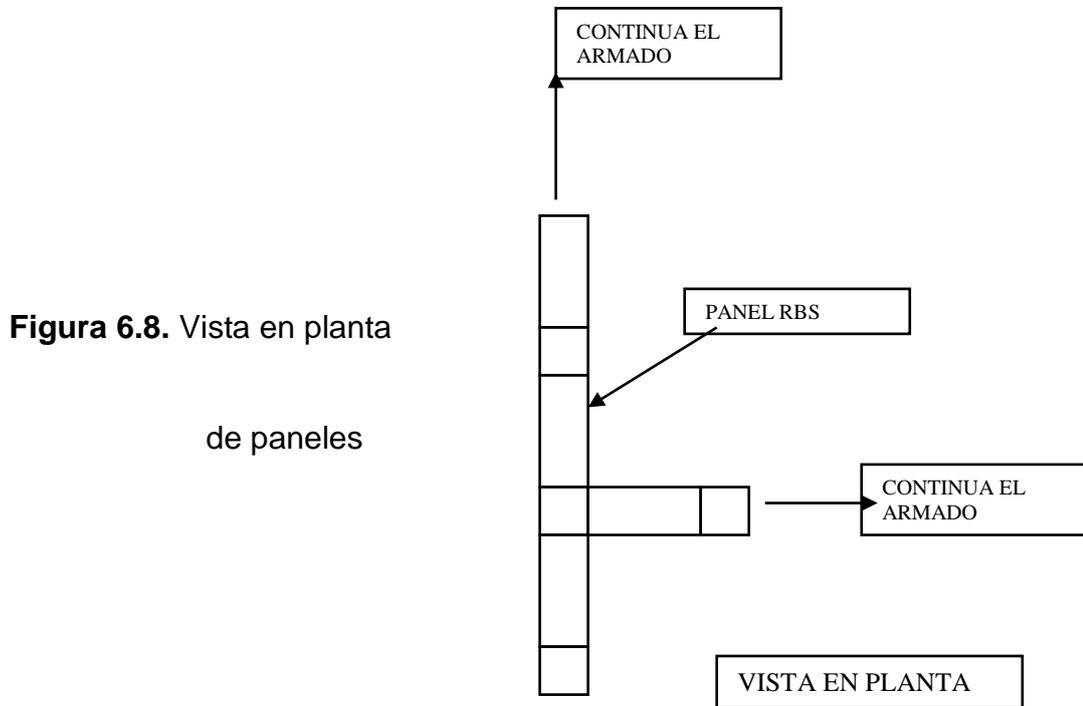
En el proceso del armado de muros es conveniente comenzar el armado desde una esquina y continuar hacia ambos lados con el objeto de dar estabilidad a los muros.

En la medida que avanza el armado de los muros, se debe realizar simultáneamente la prolongación de las instalaciones eléctricas, así como la prolongación de las instalaciones hidráulicas y sanitarias.

Fotografía 21: Material
seleccionado



Para agilizar el armado de los muros es necesario que el material este cercano al lugar de la colocación de estos.



- Consideraciones para aplomar y nivelar

La verticalidad de las juntas deberá revisarse al plomar los muros en uno y en otro sentido.

Es conveniente contemplar la escuadra de los muros.

Figura 6.9. Ejemplo del trazo de escuadra de escuadra

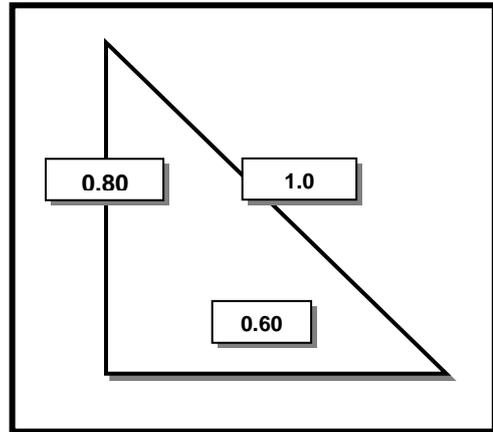
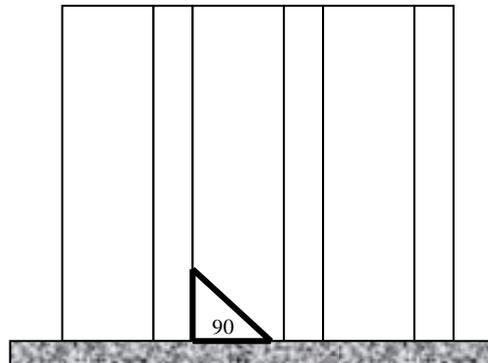


Figura 7.0. Ejemplo de verticalidad de estrías entre panel y Conector



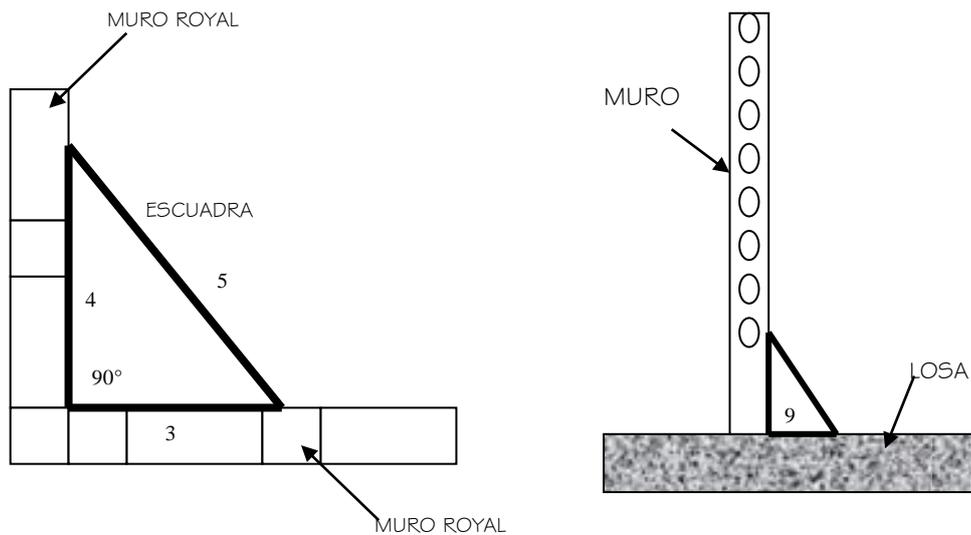
d.1) Nivelación de muros R.B.S.

Ya completo el armado de los muros se procede a la nivelación y plomado de los mismos, verificando las escuadras que se deben tener entre muros y entre losa de piso y muros.

Debe verificarse la verticalidad de las juntas entre paneles y conectores.

Debe revisarse la horizontalidad de los dinteles y la regularidad de los vanos

Figura 7.1. Nivelación de muros



Se recomienda que para nivelar los muros le utilice un nivel de mano de mínimo 90 cm. o más y no una plomada para lograr una mayor precisión.

Fotografía 22: Nivelación de muros empleando el nivel de mano



d.2) Registro del modulo

En el proceso del armado de muros es de suma importancia considerar los siguientes puntos con el objeto de garantizar la vida útil del muro, así como para evitar problemas de alargamientos, holguras, descuadres y posibles filtraciones de agua después del colocado del mismo.

Al respecto de filtraciones de agua: una vez fijado el marco básico deberá sellarse el pequeño espacio existente entre los bordes superiores del marco y las caras exterior e interior del muro RBS, el sello lo constituirá el sikaflex sellador universal.

Realizado este sello, se procederá a ejecutar un chaflán entre el borde la losa y la cara exterior del muro de RBS, con mortero cemento arena en proporción 1:4.

Ejecutado este chaflán y secado durante aproximadamente 14 días, se procederá a sellar nuevamente sus aristas con sikaflex, para juntas de piso (const.) color gris u otro producto similar para sellar juntas flexibles de piso, de uso exterior-interior.

Figura N° 7.2. Recomendación de Ensamblado de muro



e) Instalación de Tijerales

En el proceso de construcción se deben colocar los tijerales en los lugares previamente marcados e indicados en los planos. El anclaje de los tijerales a las columnas se realiza por medio de tornillos auto perforantes hexagonal de 12 x 1"



Fotografía 23: Instalación de pórticos

Fotografía 24: Alineación de tijerales en obra



Fotografía 25: Tijerales puestos en obra



f) Instalación de vigas

La viga se coloca una vez instalados los tijerales y los muros portantes y se fija a los mismos mediante tornillos autoperforantes de 12x1" en las columnas o en las canastillas de los pórticos.



Fotografía 26: Instalación de vigas tijerales

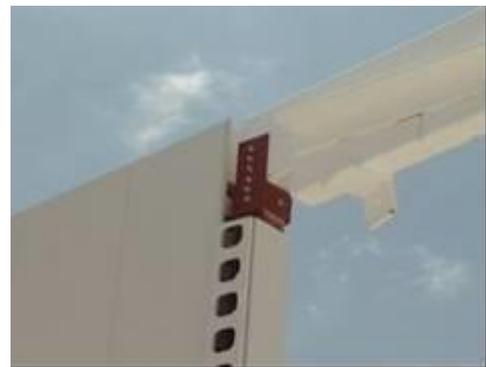


Fotografía 27: Imagen de

Fotografía 28: Cuadrilla de personal instalando vigas



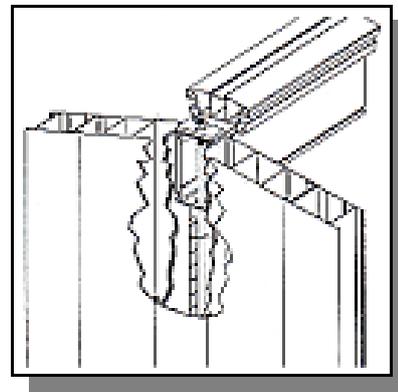
Fotografía 29: Encuentro de viga con columneta



Fotografía 30: Ensamblado de vigas



Figura 7.3. Vista lateral de
ensamble de caballete



g) Instalación de Marco de ventana

Para la Instalación de marco se siguen tres pasos:

Fotografía 31: Colocación

De marco ventana inferior



Fotografía 32: Colocación de marcos laterales



Fotografía 33: Colocación de marco superior



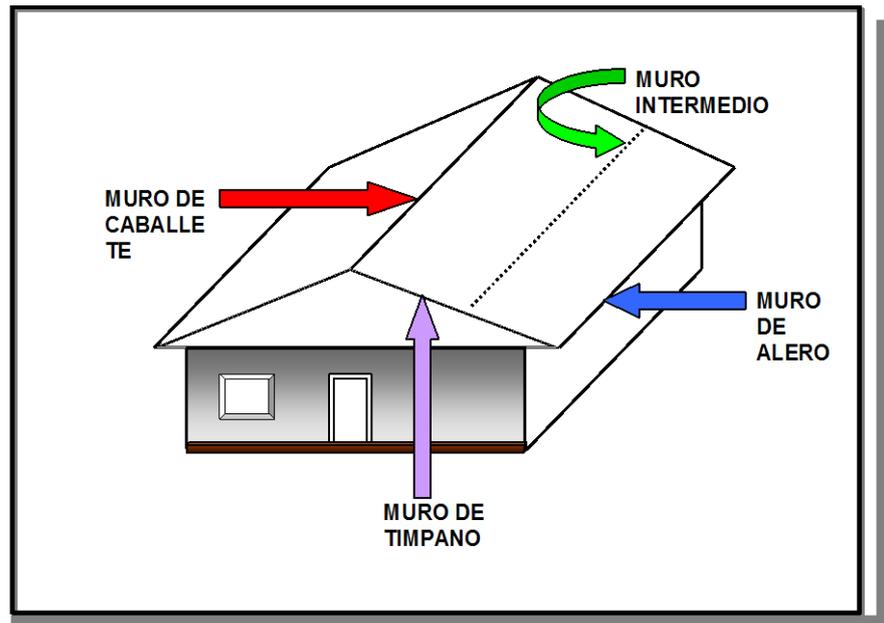
Para colocar el marco superior de la ventana, se insertara de canto entre los conectores y posteriormente se girara para su correcto ensamble.

h) Instalación de Techo

R.B.S. Utiliza la siguiente nomenclatura para el armado del techo, ya que los anclajes y las tapas se identifican de la misma forma.

Es conveniente irse familiarizando con esta nomenclatura para la correcta ejecución del sistema.

Figura 7.4. Nomenclaturas adoptadas por el sistema RBS



Para instalar el techo se une cuatro a cinco paneles de techo, luego se desliza a la parte superior, dejando un espacio entre bloque y bloque para una vez montados unirlos por medio de un panel en el espacio dejado.



Fotografía 34: Instalación de paneles de techo

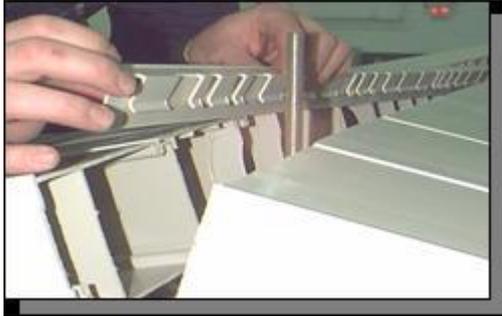


Fotografía 35: Alineación de paneles de techo

Una vez instalado el techo en su posición, se procede a hacer un hoyo en la cara superior del panel con un sacabocado circular, procediendo a fijar el bloque de techo con tornillos autoperforantes de 10mm x1" o 12 mmx1", uniéndose así por penetración a las vigas o correas metálicas de la estructura.

i) Instalación de Cumbre

Se coloca la tapa de ventilación en todos los conectores, se procede a colocar la tapa de cumbre deslizándola sobre la tapa.



Fotografía 36: Alineamiento de paneles de techo



Fotografía 37: Insertación de tapa de cumbrera

j) Instalación de Teja Andina

La teja andina se instala sobre las pestañas de los conectores de tres vías haciendo presión sobre esta en toda su longitud para que quede asegurada.

La teja andina en la cumbrera debe quedar debajo de la tapa de cumbrera y se fija con tornillos al conector para evitar que se deslice o deforme.

Fotografía38:
Instalación de teja en modulo de yanacocha



k) Instalación de Tapa de alero y Tímpano

Una vez que han sido colocadas las tejas, se colocan las tapas de alero y tímpano (marco andino). Para colocar el marco andino que servirá de tapa de alero es necesario eliminar (usando la amoladora) las ranuras de los paneles de techo en las cuales encajan las tejas, que pudieran interrumpir el libre paso de la tapa de alero, éste entra a presión y se fija a los paneles de techo mediante tornillos autorroscantes.

El marco andino que se utiliza como tapa de tímpano, se une a los paneles de techo mediante sistema machihembrado. El encuentro en una esquina de tapa de alero con tapa de tímpano, se realiza cortando a ambos a 45°. En la fotografía 39, se muestra un operario instalando la tapa de alero con un martillo de goma. Este marco ingresa a presión.

Fotografía 39: Instalación de tapa de pendiente



3.13.2 Detalles de sellado

a) Sello hermético en interiores

A lo largo de todo el encuentro muro-techo, de todos los ambientes, se debe sellar con sikaflex.

b) Sello hermético en exteriores

Se debe realizar el sellado del encuentro piso-muro, por la parte exterior del módulo, dicho sellado se realiza con sikaflex, además de sellar todos los encuentros exteriores del módulo.

3.13.3 Tiempo de construcción

Sin duda una de las características del RBS es la de tener una gran velocidad de construcción, en comparación con los sistemas constructivos tradicionales, sin descuidar la calidad de la edificación.

Tomando como ejemplo la edificación de vivienda de interés social, donde es importante el tiempo de construcción, pues significa una rápida revolvencia del capital invertido, se puede considerar que la cuadrilla desarrolla de 25m² a 32m² por jornal con personal medianamente capacitado. En sistema tradicional solo se obtendrían de 9 m² a 12m² en el mismo periodo de tiempo y con el mismo personal y únicamente pegando tabique sobre tabique, es decir, sin considerar el acabado y pintado de ambas caras, pues el RBS ofrece el acabado integral.

Proyecto: PAGORENI
Cliente: PLUSPETROL PERU CORPORATION
Localización: Malvinas – LOTE 56
Unidades: 6 de módulos

Metros cuadrados: 1800 m²

Tiempo Estimado: 5 meses

Tiempo de construcción: 7 meses

El área construida es de 300 m² por vivienda.

Fotografía 40:

Campamento Pagoreni

Lote 56



3.15 LIMPIEZA DE PRODUCTO Y MANTENIMIENTO

El mantenimiento que se le da al panel Royal es casi inexistente comprobado con el que se tiene que dar a otros sistemas constructivos en el mercado actualmente.

Las superficies interiores y exteriores pueden llegar a ensuciarse tal como sucede en cualquier pared pintada expuesta a un uso normal y las condiciones ambientales. Sin embargo el panel Royal puede limpiarse fácilmente con menos esfuerzo.

Como mantenimiento normal se recomienda lavar con agua jabón suave, usando una franela o con un cepillo de mano suave. Las superficies exteriores con textura deben de lavarse solo con un cepillo suave para evitar acumular la suciedad en los poros de la textura. Las manchas difíciles de remover se trataran de acuerdo a las siguientes recomendaciones.

La pintura en aerosol, ya sea esmalte o laca, se removerá con thinner o aguarrás y posteriormente pasar una franela humedecida con suavizante de ropa para abrillantar la zona.

Los techos con teja de igual forma se limpiarán con agua corriente y retirando las hojas y basura de los aleros. Se deberá tener cuidado al circular en los techos para no tener un accidente o estropear la teja.

Limpiadores recomendados para remover manchas:

Manchas	Limpiador recomendado (marcas de productos producidos en EEUU.)
Manchas en general	Desgrasadores biodegradables
	(Royal Building System los tiene)
Aceite de motor	Lestoil, Fantastic
Grasa	Windex, Fantastic, Lestoil
Crayon	Lestoil
Plumon	Limpiadores con base agua
Lapiz de labios	Fantastic
Oxido	Windex,Fantastic
Goma de mascar	Agua con 30% de vinagre
Lapiz	soft Scrub
Mancha de aceite	soft Scrub
Pintura	soft Scrub

Limpiadores que no se recomienda utilizar:

Removedor de esmalte de uñas, Desgrasadotes, Pine power,Tide Powder,Ovory ,soap liquid.

La remoción de la mancha se ve afectada por factores tales como el tamaño del área afectada, severidad de la mancha y duración de la misma.

CAPITULO 4 APLICACIÓN DEL SISTEMA EN RANSA COMERCIAL.

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN.

OBRA UNITRANS

Dentro del Plan interno del año 2006 el área de Infraestructura y Mantenimiento de RANSA COMERCIAL programó realizar el Proyecto de: "Construcción de las oficinas UNITRANS".

El área construida sirve de oficinas para la empresa UNITRANS S.A.C. (Agentes Embarcadores Internacionales). Ubicado en la Av. Argentina Nº 2833, dentro de las instalaciones de Ransa (Z4) , y a ser ejecutado por Construcciones Modulares S.A.

El área comprende un nivel, y se describe como tal:

Tabla Nº 24: Distribución de la obra

Item	Descripción	Área construida
1	Cocina	5,96 m ²
2	Baño	2,40 m ²
3	Ambiente de recepción	27 m ²
4	Ambiente de trabajo	25 m ²

El área total construida es de 60 m².

El sistema en su conjunto es de tipo modular y desmontable .La estructura está conformada por parantes, vigas y dinteles. La cobertura y los cerramientos son “Royal Building System” (RBS), el mismo que está formado por paneles vacíos de polímero rígido extruido basado en PVC, los que sirven como base para las paredes. Los paneles pueden ser utilizados con relleno en algún material o simplemente dejarlos sin relleno, colocando en su interior columnetas como refuerzo.

Los componentes extruidos de PVC se deslizan e interconectan unos con otros para crear un elemento estructural o no estructural, según su composición.

La construcción de las oficinas Unitrans duró 35 días útiles, tiempo considerado desde el inicio del proyecto.

El módulo oficinas consta de:

1 Ambiente de trabajo: En el cual se desempeñan laborando 7 personas cada una con su escritorio.

1 Ambiente de recepción: En el cual se encuentran 4 personas laborando en ventanillas de atención, además de encontrarse la sala de espera con capacidad para 3 personas.

1 Ambiente de cocina: el cual tiene capacidad de 3 personas como máximo.

1 Ambiente de servicios higiénico: el cual sólo consta de un inodoro y un lavatorio.

El módulo oficina lleva por entrada principal una puerta de 1 m de ancho, además de una entrada secundaria siendo su puerta de 0,90 m. de ancho y una puerta de emergencia de 1 m de ancho el cual se encuentra ubicado en el área de trabajo.

El diseño típico de cimentación del sistema RBS, es la losa de concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, pero en este caso se realizó adicionalmente vigas de cimentación con el propósito de realizar un segundo piso a futuro.

El tipo de suelo en el que se construye el módulo es un suelo compuesto de relleno gravoso, gravoso limoso. En el cual el nivel freático se puede encontrar de 2 m a 4 m.

La cantidad de materiales y herramientas depende de la magnitud de la obra.

4.1.1 Trazo y replanteo:

Personal involucrado:

- 1 Operario
- 1 Ayudante

Materiales:

- Tiza
- Clavos
- Balizas de madera

Herramientas:

- Wincha
- Tiralíneas
- Niveles

Fotografía 41:

Trazo y replanteo



La partida de Trazo y replanteo es lo primero que se realiza después de la limpieza de terreno, Se delimita el terreno y se ubican los ejes de la construcción.

4.1.2 Excavación de viga perimetral:

Personal involucrado:

- 1 Operario
- 1 Ayudante

Herramientas:

- Bugui
- Pico
- Pala

Fotografía 42: Excavación de viga perimetral



En esta partida se realiza la excavación de las vigas perimetrales de la losa. En esta obra el diseño indicaba vigas de (0,3x0,3).

4.1.3 Acero $f_y = 4\ 200\ \text{kg/cm}^2$ en vigas:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 2 Oficiales
- 1 Ayudante

Materiales:

- Fierro de 3/8"
- Fierro de 1/2"
- Alambre N° 16

Herramientas:

- Tortol
- Wincha

Fotografía 43: Acero en vigas



Esta partida encierra el refuerzo estructural que lleva la viga, los materiales ya mencionados se habilitan y se realizan los estribos y la viga propiamente dicha.

4.1.4 concreto en viga perimetral:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 2 Oficiales
- 2 Ayudantes
- 1 Operador de trompo

Materiales:

- Concreto 210 kg/cm²

Herramientas:

- Bugui
- Regla

Maquinaria:

- Mezcladora



Fotografía 44: Concreto en viga

La cantidad de materiales y herramientas depende de la magnitud de la obra. El diseño indicaba concreto 210 kg/cm², se realiza al vaciado de vigas para proceder a la losa.

4.1.5 Encofrado de losa de cimentación:

Personal involucrado:

- 0,1Capataz
- 1 Operario
- 1 Oficial
- 1 Ayudante

Materiales:

- Tablones de madera 2" X 8" X 10'
- Clavos
- Tiza
- Estacas de fierro

Herramientas:

- Comba
- Tortol
- Sierra

Fotografía 45: Encofrado de losa



El encofrado de losa se realiza para que el vaciado de concreto se ciña a la medida designada y limitada por el encofrado.

4.1.6 Instalaciones sanitarias (red agua y desagüe):

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 1 Ayudante

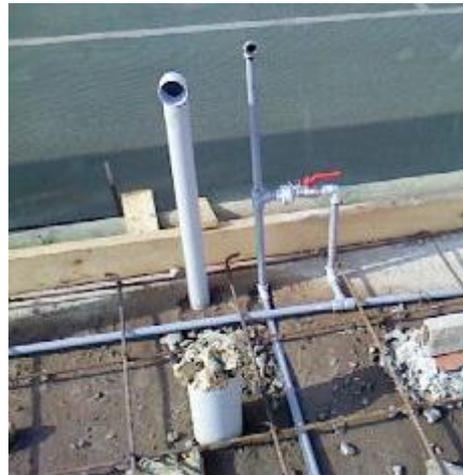
Materiales:

- Tubo ½" PVC agua fría
- Tubo 2 o 4" para desagüe
- Codo ½" PVC
- Unión PVC ½"
- Tee 2", etc.

Herramientas:

- Pegamento de PVC

Fotografía 46: Tendido de red sanitaria



Después que se marcan los puntos de agua en el terreno se procede a tender las tuberías para dejar las salidas afuera y que estos se queden instalados dentro de los muros RBS. Estas tuberías se tienden según el diseño propuesto por el proyectista.

4.1.7 Acero $f_y = 4\ 200\ \text{kg/cm}^2$ en losa:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 2 Operarios
- 1 Ayudante

Materiales:

- Alambre N° 16
- Fierro corrugado 3/8"
- Dados de concreto

Herramientas:

- Tortol
- Wincha

Fotografía 47: Acero en losa



El acero se dispone al espaciamiento indicado en los planos mayormente es a cada 25 cm. Este acero va sobre unos dados de concreto que apoyaran a que el acero se conserve en la mitad de la altura de la losa.

4.1.8 Concreto en losa:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 2 Operarios
- 2 Ayudantes
- 1 Operador de equipo

Materiales:

- Cemento , piedra, arena ,agua(concreto 210 kg/cm²)

Herramientas:

- Bugui
- Regla

Maquinaria:

- Mezcladora

Fotografía 48: Concreto en losa



Como podemos observar en la Fotografía 46, Antes de vaciar la losa se tienden las tuberías de agua y desagüe según lo especificado en la sección 4.1.6, para que al término del vaciado de concreto la losa se quede con las salidas visibles de agua y desagüe y continuar con la instalación sanitaria mas adelante.

4.1.9 Marco para cimbrar muros:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 1 Ayudante

Materiales:

- Sikaflex 221
- Marco básico

Herramientas:

- Tiralíneas
- Escuadra
- Dispensador manual para cartucho sika

Fotografía 49: Instalación de marco para cimbrar muro



Sobre la losa de concreto se debe hacer el trazado de los muros en general con un tiralíneas, luego extender el pegamento sikaflex-221 en forma de zigzag, que servirá como puente de adherencia impermeabilizante entre la losa de concreto y el marco básico. Luego instalar el marco básico según el trazado de los muros, fijándolo en los extremos mediante el uso de pernos de anclaje tipo cuña de $\frac{1}{4}$ " x $3\frac{1}{4}$ ", con la finalidad de conservar la linealidad de los trazos y evitando que se muevan durante la instalación de los paneles.

4.1.10 Instalación de columnetas:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 2 Operario
- 1 Ayudante

Materiales:

- Tubo 2x2x1,2mm
- Platina de 2x3/16"
- Perno de anclaje tipo cuña 1/4"x3/4
- Broca SDS 1/4" para concreto

Herramientas:

- Andamio
- Rotomartillo

Fotografía 50: Instalación de columnetas



Una vez instalado el marco básico, se distribuyen las columnetas según la dispuesto por los planos de distribución de columnetas (Véase anexo Planos columnetas). Estas columnetas se anclan a la losa de concreto con unos pernos de anclaje tipo cuña 1/4"x3/4, cada columneta lleva 4 pernos. Estas columnetas se colocan de 1 a 1,5 m, además se colocan columnetas donde se necesita apoyar algún peso adicional al peso de la estructura, como en el caso de los aparatos sanitarios.

4.1.11 Instalación de muros:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 2 Ayudante

Materiales:

- Conector de 2 vías
- Conector de 3 vías
- Esquinero
- Panel de 25cm de ancho

Herramientas:

- Escalera tipo tijera
- Cortadora 1 300W 13 000 RPM makita H124 100NHK
- Martillo de goma

Fotografía 51: Instalación de muro



Una vez colocado el marco básico y las columnetas se procede a la instalación del muro RBS, se acostumbra iniciar la instalación de los muros RBS por la esquina, es decir, el primer paso sería instalar el esquinero. Durante el proceso de montaje de paneles muro RBS, se debe tener especial cuidado en no causar deterioros al marco básico inferior, para lo cual será necesario auxiliarse de elementos que permitan abrir las alas de éste.

Cuando es necesario trabajar a una altura mayor a 1,8 m sobre el nivel del piso, se considera como trabajo en altura, por lo que será necesario usar andamios, el trabajador que se encuentra en la parte alta debe estar asegurado con arnés de seguridad.

En caso de unir un nuevo muro a un muro existente, se podrá usar un conector de 3vías, pero como medida alternativa se puede usar el estarter, fijado al muro anterior usando pernos tipo wafer N 10 x 1" espaciados a una distancia aproximada de 0,30 m uno del otro.

En el caso que se encuentren cuatro muros será necesario usar un conector de 3 vías auxiliándose del estarter para unir el cuarto muro.

4.1.12 Instalación de platinas:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 1 Ayudante

Materiales:

- Platina 2"3/16"
- Tornillo autoperforante N8X1

Herramientas

- Atornillador 570W, 400RPM, Makita H126827
- Andamio
- Taladro percutor 1/2" 650W WR makita H121621

Fotografía 52: Instalación de platinas



Cuando se termina la instalación de los muros, se procede con la instalación de las platinas que permitirán que las vigas se empernen, estas platinas se atornillan con autoperforantes N° 8x1", sobre los muros.

4.1.13 Instalación del marco tapa pendiente:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 1 Ayudante

Materiales:

- Marco básico

Herramientas

- Comba de goma

Fotografía 53: Instalación de marco básico en los muros



En esta partida se instala el marco tapa de los muros, este marco se coloca sobre la platina, para dar un buen acabado a los muros.

4.1.14 Instalación de vigas:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 2 Ayudante

Materiales:

- Adaptador p/taladro de 5/16"(Encastre)
- Tornillo autoperforante N8X1

Herramientas:

- Atornillador 570W, 400RPM,Makita H126 827
- Andamio
- Taladro percutor 1/2" 650W WR makita

Fotografía 54: Instalación de vigas



Las vigas se asientan sobre las columnetas, que llevan dos orejas para sostenerlas, las vigas se instalan in situ. El muro RBS se destaja a medida de la viga para que esta pueda encajar.

4.1.15 Instalación de techo:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 2 Ayudante

Materiales:

- Panel de Techo dos vías
- Tornillo autoperforante N8X1
- Conectores de 3 vías techo

Herramientas:

- Martillo de goma
- Atornillador 570W, 400RPM, Makita H126827
- Andamio
- Taladro percutor 1/2" 650W WR makita

Fotografía 55: Instalación de techo



Para empezar con la instalación de techo, debe haberse terminado el montaje de los muros hasta la colocación del marco tapa pendiente, a la vez la instalación de vigas, pórticos, tijerales que se mencionen en los planos.

Para la instalación del techo se procederá a ensamblar bloques de paneles dos vías techo 64 mm con tres vías techo 64 mm (conector), alternando ambos, es decir, un conector en el centro de dos paneles, con la siguiente combinación : 4 paneles con 3 conectores. Esta operación se debe hacer a nivel de piso y en un lugar donde no interrumpa las demás actividades que se estén realizando.

Se produce a almacenar de manera ordenada y en lugares cerca de la zona de trabajo. La operación de subir los paneles al techo debe de ser por sectores y por la combinación ya antes nombrada.

Para engrapar los paneles entre sí, la operación se hace desde la parte mas alta del techo (zona cumbre) hacia abajo, muchas veces se hace necesario el uso de martillos de goma y tacos de madera para lograr deslizar los paneles.

Fijar los paneles de techo a las vigas, viguetas, muros o en general a sus apoyos, requiere usar pernos cabeza hexagonal punta de broca N 8 x 1", previamente se tiene que hacer un sacabocado en el panel del techo para crear las condiciones necesarias que faciliten la fijación del techo a sus apoyos. Se debe fijar solamente en los extremos de los paneles, mas no en los apoyos intermedios.

La presentación final de los paneles de techo, debe conservar su linealidad, con lo que quedará listo para instalar la teja.

4.1.16 Instalación eléctrica (Cableado eléctrico):

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 1 Ayudante

Materiales:

- Cables TW # 14 AWG 2.5 mm²
- Cables TW # 12 AWG - 4 mm²
- Cinta aislante

Herramientas:

- Andamio



Fotografía 56: Cableado eléctrico

a) Para el cableado se procede a ubicar los puntos de interruptores y tomacorrientes en los paneles muro.

b) Ubicado los puntos en los paneles muro se procederá a hacer una perforación al panel para el paso de los cables.

c) En el caso de los muros que no se encuentren en la proyección del eje del techo, luego que se encuentre instalado la platina de coronación y la tapa de pendiente, se procede a hacer una perforación a estos elementos en la dirección del tomacorriente o enchufe, para luego, en el agujero hecho, colocar las uniones.

d) En el caso de los muros que se encuentren en la proyección del eje de techo, luego que se encuentre instalado el adaptador de caballete y la platina de coronación, se procede a perforar estos elementos en la dirección del tomacorriente o interruptor, para luego, en el agujero hecho, colocar las uniones, seguidamente, se espera a que se instale la cumbrera, para luego, hacer la perforación en la cumbrera en la misma dirección de la perforación anterior, y se coloca una unión en la parte superior.

e) Colocada la cubierta RBS, se procede a perforar la cubierta en la misma dirección de las perforaciones descritas anteriormente (c y d).

f) Se procederá a ubicar las luminarias en la cubierta RBS, y se perforara el lado inferior del panel.

g) Teniendo todas las perforaciones en los muros, y cubierta RBS, se procede al tendido de cables desde la cumbrera hacia los puntos de tomacorriente, interruptores y luminaria, para lo cual primero se pasara la wincha para cableado y luego el cable.

h) Luego, en los empalmes de luminaria con interruptores se procede a la colocación de los conectores de cable según plano eléctrico.

j) Se procede a realizar los empalmes eléctricos, para lo cual, en el caso de que el cable principal no termine en el empalme, se procede mediante la utilización del ponchador de cable a pelar el cable y luego el cable secundario enrollarlo al cable principal, después se le coloca butapercha.

En el caso que el cable principal termine en el empalme, se procede a unirlo con el cable secundario mediante la utilización del conector de cable.

4.1.17 Instalación de teja:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 2 Ayudante

Materiales:

- Teja Royal andina
- Tornillo auto perforante N8X1
- Arandela de neoprene N° 8

Herramientas:

- Martillo de goma
- Atornillador 570W, 400RPM, Makita H126827
- Cortadora 13 00W 13 000 RPM makita H124 100NHK
- Andamio

Fotografía 57: Instalación de teja



Una vez terminado el cableado eléctrico e instalada la cumbrera, se pueden colocar las tejas, las cuales empalman con el techo con el sistema machihembrado, luego se aseguran las tejas con tornillos autorroscantes y arandelas forradas con neopreno.

4.1.18 Instalación de tapa de alero y tímpano:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 1 Ayudante

Materiales:

- Marco básico

Herramientas

- Comba de goma

Fotografía 58: Instalación de marco Básico en aleros y tímpano



Al igual que la sección 4.1.13, en esta partida también se emplea marco básico que sirve de tapa para los aleros y bordes del techo.

4.1.19 Instalación de tapa de cumbrera:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 1 Ayudante

Materiales:

- Cumbrera

Herramientas:

- Martillo de goma
- Andamio

Fotografía 59: Instalación de cumbrera



Después de terminar con la instalación de la teja y después de haber verificado que las instalaciones eléctricas funcionan correctamente, se procede a instalar la tapa de cumbrera encima de la teja deslizando la tapa de cumbrera por las renuras de las tejas.

4.1.20 Colocación de piso cerámico:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario

Materiales:

- Piso Cerámico 45x45 cm
- Cruceta plástica 3 mm
- Fragua
- Agua
- Pegamento seco piso cerámico kerfix

Herramientas:

- Espátula
- Badilejo

Fotografía 60: Colocación de piso cerámico



Para comenzar esta partida primero se debe hacer una limpieza general en toda el área donde se pondrá el piso, además de haber terminado con la instalación del techo. Se procede a la puesta del piso cerámico, utilizando el pegamento en polvo, posteriormente agregándole el fraguado respectivo.

4.1.21 Instalación de marco puerta RBS:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 1 Ayudante

Materiales:

- Tornillo autoperforante para Drywall N° 6 x 2"
- Tornillos tipo wafer N 8 x 1" punta broca
- Marco puerta

Herramientas:

- Sierra inglateadora 10", makita H12LS 1 040F

Fotografía 61: Marco de puerta blanco



Para proceder con esta partida se deberá haber acabado con la instalación de los paneles de muros a ambos lados del vano, con su debida columneta según los planos, además de haber culminado con la colocación de la viga dintel.

Según la medida del vano, el marco tipo andino se corta dándole un ángulo de 45° en las esquinas superiores.

En el caso el panel del costado del vano termina en hembra, será necesario instalar un estarter, fijándolo en los parantes metálicos mediante tornillos tipo wafer N 8 x 1" punta broca cada 0,30 m.

Se procede a colocar mediante el sistema machihembrado los marcos andinos verticales, luego se procede a colocar simplemente apoyado el marco andino horizontal, luego de estas colocaciones se inserta.

Luego de insertar el marco se asegura en los refuerzos metálicos con tornillos autoperforantes.

4.1.22 Instalación de marco ventana RBS:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 1 Ayudante

Materiales:

- Contra marco ventana

Herramientas:

- Sierra inglateadora 10"
makita H12LS 1 040F

Fotografía 62: Contra Marco ventana RBS



Para proceder a la instalación de los marcos de ventana se debe de haber terminado con la colocación de los parantes en los extremos y la viga dintel, así como los muros de RBS.

Se corta el marco básico, de acuerdo a las medidas de los vanos de ventana dándole un ángulo de 45° en las esquinas.

Se procede a colocar mediante el uso de presión el marco básico inferior y los laterales; dejando para el final el marco básico superior, el cual será simplemente apoyado.

4.1.23 Colocación de puerta:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 1 ayudante

Materiales:

- Puerta contraplacada
- Bisagras con tornillos
- Cerradura de puerta

Herramientas:

- Atornillador 570W

Fotografía 63: Colocación de puerta



Después de instalar el marco puerta se puede proceder a instalar la puerta.

4.1.24 Colocación de ventana:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 1 ayudante

Materiales:

- Ventana RBS Serie 2 000 1 060x1 000 mm
- Tornillo autoroscante Spax N10x3”

Herramientas:

- Atornillador 570W, 400RPM, Makita H126 827
- Taladro percutor ½” 650W WR makita

Fotografía 64: Colocación de ventana



Se procede a la instalación de las ventanas después de haber colocado el marco tapa de ventana.

4.1.25 Sellado hermético para exteriores e interior:

Personal involucrado:

- 1 Operario

Materiales:

- Sikaflex 221 blanco

Luego de terminar con la colocación de muros, techos y marcos, se procede al sellado de todos los encuentros, perímetros, contornos con sikaflex, en el exterior e interior de la obra.

4.1.26 Colocación de aparatos sanitarios

Personal involucrado:

- 1 Operario

Materiales:

- Inodoro, lavadero, papelera, etc

Estos aparatos se instalan después de haber colocado las ventanas, y las puertas y antes de colocar el piso cerámico.

4.1.27 Colocación de luminarias:

Personal involucrado:

- 1 Operario

Materiales:

- Luminarias

Herramientas:

- 1 Destornillador
- 1 Alicata

Se prepara la base de las luminarias perforando las guías por donde van a pasar los tornillos de sujeción (viene con luminaria).

Se fija la base de luminaria a la cubierta RBS y se colocan los tornillos mediante la utilización de un taladro.

Se procede a realizar las conexiones eléctricas necesarias según especificaciones de la luminaria. Luego se colocan los fluorescentes o focos según sea el caso.

4.1.28 Colocación de cielo raso:

Personal involucrado:

- 0,1 Capataz
- 1 Operario
- 1 ayudante

Materiales:

- Baldosas de cielo raso
- Rieles

Herramientas

- Escalera tipo tijera
- Nivel de mano
- Tiralíneas
- Wincha

Fotografía 65: Colocación de baldosas de cielo raso



CAPITULO 5 EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DEL SISTEMA RBS.

5.1 GENERALIDADES.

En este capítulo se realiza la comparación de tres sistemas de construcción, el sistema de construcción no convencional RBS, el sistema Drywall y el sistema de construcción convencional de albañilería confinada. Dando respuesta así a los objetivos planteados en el presente estudio.

5.2 EVALUACIÓN TÉCNICA

5.2.1 Rendimientos del sistema no convencional RBS

- Tiempos de ejecución Estimados

Producto terminado		Cuadrilla		m ² /día	ml/día
	0,1	1	2		
Muro RBS	Capataz	Operario	Ayudantes	30 a 32	
	0,1	1	2		
Techo RBS	Capataz	Operario	Ayudantes	20 a 22	
	0,1	1	2		
Teja RBS	Capataz	Operario	Ayudantes	62 a 65	
Marco tapa	0,1	1	1		
pendiente	Capataz	Operario	Ayudantes		200
	0,1	1	1		
Marco puerta	Capataz	Operario	Ayudantes		130

	0,1	1	1	
Marco ventana	Capataz	Operario	Ayudantes	100
Marco tapa de	0,1	1	1	
alero y tímpano	Capataz	Operario	Ayudantes	200
	0,1	1	1	
Cumbrera	Capataz	Operario	Ayudantes	150
Marco para	0,1	1	1	
cimbrar muro	Capataz	Operario	Ayudantes	200

5.2.2 Consumo de materiales por m² para cálculos estimados

A continuación, se presentan los factores de incidencia referenciales de los materiales requeridos por m² de tabiquería de altura menor a 3 metros.

Material	Unidad x m ²
Panel RBS 25 x 6,4 cm	4
Columneta	0,48
Marco básico (Pza 6m)	0,32
Pernos de expansión	2,40
Sikaflex 221 (salchicha)	0,06

Además:

- Por cada esquina que tenga el muro, sume:

1u.	Esquinero (7,7 x 6,4 cm)
1u.	Columneta
0,00078u.	Sikaflex 221 (Salchicha)
0,026u.	Marco básico (Pza 6m)
4 u	Perno de expansión

- Por cada vano de puerta (no menor a 0,9 m de ancho), sume:

2 u	Paneles conectores (9 x 6,4 cm)
5,2 ml	Marco puerta
2 u	Columnetas
1 u	Viga dintel
12 u	Tornillo autoperforante c/estrella plana N° 8x2
0,022 u	Sikaflex 221 (salchicha)

- Por cada vano de ventana (no mayor de 1,15 m)

2 u	Paneles conectores (9,7x6,4 cm)
4.4 ml	Marco tapa ventana
1 u	Viga dintel
12 u	Tornillos autoperforantes c/estrella plana N°8x2
0,098 u	Sikaflex 221 (salchicha)

A continuación se presentan los factores de incidencia referenciales de los materiales requeridos por m² de techo.

Material	Unidad x m²
Panel RBS 18x6,4	4
Panel conector 9 x 6,4	4
Tornillo autoperforante c/hexagonal N°10x1" pta.broca.	2
Teja	4
Tornillo autorroscante N°8x1" c/wafer	12
Arandela de neopreno N°8	12

5.2.3 Metrado de un módulo dormitorio

Para efectos de los siguientes cálculos se presenta los metrados de un proyecto ejecutado:

Metrados de Módulo Dormitorio para 32 personas

Ubicación: Lote 88 – Campamento Malvinas

Item	Descripción	Und	Metrado
01	Módulo de dormitorios		
01.02	Obras de concreto		
01.02.01	Encofrado y desencofrado normal	m ²	87,81
01.02.02	Colocación concreto f'c = 175 kg/cm ² muro reforzado	m ³	58,57
01.02.03	Acero de construcción f'y = 4200 kg/cm ²	kg	2 634,57
01.02.04	Curado químico concreto	m ²	370
01.03	Montaje RBS		
01.03.01	Trabajos preliminares		
01.03.01.01	Trazos, niveles y replanteo en losa	m ²	361,81
01.03.02	Estructuras metálicas y coberturas		
01.03.02.01	Refuerzo muro RBS		
01.03.02.01.01	Columna TC 50x50x1,2 mm 2,0 < H <= 3,0	u	133
01.03.02.01.02	Columna TC 50x50x1,5 mm 2,0 < H <= 3,0	u	137
01.03.02.02	Refuerzo techo RBS		
01.03.02.02.01	Viga TR 50x100x2 mm, 1,0 < L <= 2,5	u	13
01.03.02.02.02	Viga TR 50x150x2 mm, 2,5 < L <= 4,0	u	31
01.03.02.02.03	Platina 2"x3/16"	m	239,8
01.03.02.02.04	Soporte de alero	u	59
01.03.02.02.05	Viga TC 50x50x1,5 mm, 0,1 < L <= 1,0	u	4
01.03.02.02.06	Viga TC 50x50x1,5 mm, 1,0 < L <= 1,5	u	45
01.03.03	Arquitectura		

01.03.03.01	Sistema RBS		
01.03.03.01.01	Muros RBS64	m ²	542
01.03.03.01.02	Marco puerta RBS64	m	153,20
01.03.03.01.03	Contramarco ventana RBS64	m	81
01.03.03.01.04	Marco RBS64 para cimbrar muros	m	229
01.03.03.01.05	Techo RBS64	m ²	366
01.03.03.01.06	Tapa de alero y tímpano RBS64	m	102
01.03.03.01.07	Tapa de pendiente RBS64	m	229
01.03.03.01.08	Cumbrera	m	42
01.03.03.01.09	Teja RBS64	m ²	366
01.03.03.01.10	Canaleta plancha metálica E=0,4 mm	m	105,86
01.03.03.01.11	Kit de reparación RBS	u	1
01.03.03.03	Elementos complementarios sistema RBS		
01.03.03.03.01	Sello hermético marco básico	m	436
01.03.03.03.02	Sello hermético en exteriores	m	1 115,50
01.03.03.03.03	Sello hermético en interiores	m	897,50
01.03.04	Carpintería RBS		
01.03.04.01	Ventana. RBS 560X300 mm	u	4
01.03.04.02	Ventana RBS 1061x1000 mm	u	18
01.04	Carpintería de madera		
01.04.01	Puerta contraplacada (1 HOJA) H=2 100 876x2 100 mm	u	5
01.04.02	Puerta contraplacada (1 HOJA) H=2 100 811x2 100 mm	u	25
01.04.04	Puerta contraplacada (1 HOJA) H=1 700 626x1 700 mm	u	4
01.04.04	Cerrajería		
01.04.04.01	Bisagras capuchinas de 4"x4"	u	81
01.04.04.02	Cerradura cilíndrica principal	u	2
01.04.04.03	Cerradura cilíndrica dormitorio	u	31
01.04.04.04	cerradura cubículo baño	u	4
01.05	Pisos		
01.05.01		m ²	279,76
	Piso cerámico 42x42 cm color interiores		

01.05.02	Sellado de juntas contracción cerámico	m	75
01.06	Instalaciones sanitarias		
01.06.01	Aparatos y accesorios sanitarios		
01.06.01.01	Inodoro trebol - rapid jet	u	4
01.06.01.02	Dispensador papel higiénico simple de sobreponer	u	4
01.06.01.03	Lavatorio trébol manantial con pedestal	pza	4
01.06.01.04	Mezcladora vaina para lavatorio	pza	4
01.06.01.05	Espejo	pza	4
01.06.01.06	Poza de ducha de concreto revestido cerámico de 1X1m ² +	u	4
01.06.01.07	Mezcladora para ducha vaina (02 llaves)	pza	4
01.06.01.08	Cortina de ducha inc. barra y ganchos	u	4
01.06.01.09	Jabonera	pza	4
01.06.01.10	Gancho doble cromado	u	4
01.06.01.11	Urinario trebol cadet	pza	4
01.06.02	Sistema de desagüe		
01.06.02.01	Salidas		
01.06.02.02	Salida de desagüe pvc-sal 2"	pto	12
01.06.02.03	Salida de desagüe pvc-sal 4"	pto	4
01.06.02.04	Salida de ventilación pvc 2"	pto	4
01.06.02.05	Aditamientos varios		
01.06.02.05.01	Sumideros de bronce 2"	u	6
01.06.02.05.02	Registros de bronce 2"	u	6
01.06.02.05.03	Registros de bronce 4"	u	6
01.06.02.05.04	Sombrero de ventilación pvc 2"	u	4
01.06.02.06	Redes de distribución		
01.06.02.06.01	Tubería pvc sal p/desagüe 2"	m	104,43
01.06.02.06.02	Tubería pvc sal p/desagüe 4"	m	92,30
01.06.02.07	Cámaras de inspección		
01.06.02.07.01	Caja de reg. alb. 12"x24" tapa fo.fdo.	u	2,00
01.06.03	Sistema de agua fría		
01.06.03.01	Salidas		
01.06.03.01.01	Salida de agua fría pvc-sap 1/2"	pto	16

01.06.03.02	Redes de distribución		
01.06.03.02.01	Tubería pvc-sap r p/agua fría 1/2"	m	127
01.06.03.02.02	Tubería pvc-sap r p/agua fría 1"	m	112,70
01.06.03.03	Llaves válvulas		
01.06.03.03.01	Válvula compuerta pesada 1/2"	u	4
01.06.03.04	Piezas varias		
01.06.03.04.01	Caja alb. Agua tapa fo.fdo.	u	4
01.06.04	Sistema de agua caliente		
01.06.04.01	Salidas		
01.06.04.01.01	Salida cpvc p/agua caliente 1/2"	pto	4
01.06.04.02	Redes de distribución		
01.06.04.02.01	Tubería cpvc p/agua caliente 1/2"	m	90
01.06.04.02.02	Tubería cpvc p/agua caliente 3/4"	m	73,20
01.06.04.03	Llaves válvulas		
01.06.04.03.01	Válvula compuerta pesada 1/2"	u	2
01.07	Instalaciones eléctricas		
01.07.01	Salidas		
01.07.01	Salida de techo para luminaria	pto	29
01.07.02	Salida de pared para luminaria	pto	4
01.07.03	Salida doble interruptor unipolar	pto	23
01.07.04	Salida para terma	pto	3
01.07.05	Salida fuerza extractores	pto	3
01.07.06	Salida data (sin cablear)	pto	2
01.07.07	Salida tv (sin cablear)	pto	2
01.07.08	Salida tomacorriente doble polarizado con tierra	pto	24
01.07.06	Iluminación		
01.07.06.01	Luminaria downligh p/adosar 2x26w	u	4
01.07.06.02	Luminaria p/adosar c/rejilla de aluminio t8 2x36w	u	26
01.07.06.04	Braquete ovalado p/exteriores	u	4
01.07.07	Conductores		
01.07.07.01	Cable thw # 14 awg	m	174,05
01.07.07.02	Cable thw # 12 awg	m	191,45

01.07.07.03	Cable thw # 8 awg	m	153,16
01.07.08	Tableros eléctricos		
01.07.08.01	Tablero general g1	u	1
01.07.08.02	Tablero para aires acondicionados	u	1
01.07.09	Equipos varios		
01.07.09.01	Therma de 125 lt marca sole mod. evolution vertical para pared	u	3
01.07.09.02	Extractores baño hasta 7m ³	u	3
01.08	Cortinas		
01.08.01	Persianas de aluminio	u	18

5.2.3.1 Materiales para construcción de un módulo dormitorio (sección 5.2.3)

Se presenta los materiales empleados en el proyecto dormitorio de 32 personas en Malvinas:

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD REQUERIDA
Materiales para losa			
1	Ocre rojo	Kg	8
2	Alambre negro n8	Kg	30
3	Alambre n 16	Kg	85
4	Clavos con cabeza 2"	Kg	20
5	Clavos con cabeza 3"	Kg	30
6	Clavos con cabeza 4"	Kg	15
7	Fierro corrugado de 3/8" x 9 m	var	308
8	Fierro corrugado de 1/4" x 9 m	var	33
9	Liston de madera 1" x 8" x 10'	u	36
10	Listones de 2"x2"x4 m	u	73
Materiales para agua			
11	Tubo pvc 1/2"x5 m agua c-10 s/p	u	12
12	Tubo cpvc 1/2" p/agua caliente	u	7
13	Tee pvc 3/4" c-10 t/embone	u	3
14	Tubo pvc 3/4"x5m agua c-10 s/p	u	2
15	Tee pvc 1/2" c-10 t/embone	u	15
16	Tee cpvc 1/2" p/agua caliente	u	4

17	Codo pvc sap 1/2"x90° agua s/rosca	u	21
18	Codo cpvc 1/2"x90° agua caliente	u	7
19	Codo galvanizado 1/2" x 90°	u	20
20	Adaptador de pvc 1/2" sap agua fria	u	23
21	Adaptador cpvc de 1/2" p/agua caliente	u	16
22	Cinta teflon de 3/4"	u	30
23	Pegamento para cpvc x 1/4 gl. "matusita"	u	2
24	Pegamento para pvc x 1/4 gl. "matusita"	u	3
25	Válvula esférica de 1/2" de control pesada	u	3
26	Válvula esférica de 3/4" de control pesada	u	1
27	Unión universal galv. 3/4"	u	2
28	Niple galvanizado 3/4" x 2"	u	2
29	Marco-tapa fe.fundido p/caja agua	u	4
Materiales para desagüe			
30	Tubo pvc sal 2" desagüe	u	16
31	Tubo pvc sal 4" desagüe	u	10
32	Yee sanitaria 4" desagüe	u	5
33	Trampa "p" pvc sal 2" desagüe	u	5
34	Yee pvc sal 4" desagüe	u	13
35	Reducción pvc sal 4" a 2" desagüe	u	17
36	Yee pvc sal 4" reducc a 2" desagüe	u	13
37	Sombrero pvc sal 2" de ventilación	u	2
38	Codo ventilación pvc desagüe sal 2"	u	1
39	Registro roscado de bronce de 4"	u	4
40	Registro roscado 2" de bronce	u	6
41	Tee pvc sal sanitaria 4" desagüe	u	4
42	Codo de pvc 4" x 2"	u	2
43	Codo pvc sal 2"x90° desagüe	u	23
44	Codo pvc sal 2"x45° desagüe	u	2
45	Marco y tapa fierro fundido p/caja registro 12"x24"	u	2
46	Sumidero de bronce 2"	u	6

Materiales para eléctricas

47	Curva de pvc (luz) sap 3/4"	u	157
48	Unión pvc sel 3/4"	u	132
49	Tubo pvc (luz) sap de 3/4" x 3m	u	21
50	Cable tw n12 awg mm ² amarillo	m	700
51	Cable tw n 14 awg 2.5 mm ² rojo	m	800
52	Cable tw n10 awg – 10 mm ² negro	m	200
53	Cable thwn # 8 awg negro	m	50
54	Cinta aislante eléctrica	u	13
55	Caja octogonal galvanizada liviana 4"x4"x21/2	u	28
56	Caja rectangular galvanizada liviana 4"x21/8"x21/8	u	34
57	Conector a caja pvc de 3/4"	pza	73.2
58	Tomacor.doble l/t 15a.125/250v.p/empotr	u	21
59	Interrupt.simple unipolar 10a.250v.btici	u	21
60	Interruptor d/conmutación simple bticino empotrar	u	2
61	Interrup.superficial bipolar c/fusibles	u	3
62	Conexión a caja pvc eléctrica sap 3/4"	u	21
63	Placa plástica voz/data	u	2
64	Toma para telefono rj-11 modus ticino	u	2
65	Caja modular 4x4" pvc c/tapa"scame"	u	1
66	Toma para tv por cable	u	2
67	Conector coaxial para cable tv	u	2
68	Equipo fluorescente 2x36w.c/rejil completo para adosar	u	26
69	Luminaria hermetic.2x36w.ip65 c/m para adosar	u	2
70	Braquete negro ovalado tipo parpa color blanco	u	4
71	Tablero eléctrico 24 polos adosable metálico	u	1
72	Interrup.termomag.3x40amp.230v.p/riel di general fuerza metalico	u	1
73	Inerrup.termomag.2x20amp.230v.	u	6

74	Interrup.termomag.2x30amp.230v. aa/cc	u	18
75	Interrup.termomag.3x20amp.230v.p/riel di	u	3
76	Tablero para aire acondicionado 18 polos adosable metálico armado con llaves	u	1
77	Therma 125 l. marca sole vertical p/pared	u	3
78	Extractor de baño decor 100	u	3
Materiales			
81	Puerta contraplacada 2 100*876	u	5
82	Puerta contraplacada 2 100*811	u	18
83	Puerta contraplacada 1 700*718	u	4
84	Bisagra capuchina 4" X 4"	u	81
85	Cerradura cilíndrica principal ya	u	2
86	Cerradura cilíndrica dormitorio yale	u	21
87	Cerrojo de acero zincado 2"	u	4
88	Canaletas plancha metálica	m	78
89	Sikaflex 221 t/salchicha blanco 60	u	100
90	Pistola aplicador de sikaflex	u	1
91	Piso cerámico alicante gris 42x42 cm	m ²	305,94
92	Cruceta plástica 5mm p/piso ceram	u	562
93	Fragua para cerámica 1kg gris	bl	50
94	Pegamento p/cerámico kerfix inter de 25 kg	bl	68
95	Inodoro rapid jet con accesorios	u	4
96	Anillo d/cera p/inodoro	u	4
97	Asiento p/inodoro rapid jet	u	4
98	Perno de anclaje 3/8"x2"	u	8
99	Tubo de abasto de 7/8"	u	4
100	Dispensador de papel higiénico "	u	4
101	Lavatorio de losa trebol manantial	u	4
102	Pedestal para lavatorio manantial	u	4
103	Trampa cromada 1 1/4"	u	4

104	Desagüe para lavatorio cromado 1 1/4"x5"	u	4
105	Uñas de sujeción p/lavatorio c/tor	u	16
106	Llave simple para lavatorio 4" vaina línea classic	u	4
107	Tubo de abasto 1/2" aluminio tren	u	4
108	Espejo p/colgar 60x40cm	u	4
109	Tornillo autorroscante cabeza pan nª 8 x 1"	u	10
110	Tornillo autoperforante cabeza hexagonal nª 8 x 1" punta broca	u	54
111	Tornillo autoperforante cabeza hexagonal nª10x1" punta broca	u	500
112	Tornillo autoperforante cabeza hexagonal nª10x1 1/2" punta broca	u	1 000
113	Tornillo autorroscante nª8x1" cabeza wafer	u	4 020
114	Tornillo autoperforante cabeza estrella plana 8 x 2 1/2"	u	615
115	Tornillo autoperforante cabeza estrella plana 8 x 2"	u	720
116	Tornillo autoperforante cabeza avellanada nª8 x 1"	u	700
117	Tornillo autoperforante cabeza avellanada nª8 x 2"	u	450
118	Perno de expansion de 1/4"x 3 1/4"	u	1 400
119	Arandela de neoprene nª10	u	4 000
120	Urinario trébol cadet blanco	u	4
121	Llave angular cromado p/urinario	u	4
122	Perfil de plástico mayólica rodoplast gris	u	10
123	Desagüe para ducha de 2"	u	4
124	Mezcladora p/ducha (2 llaves) cromada	u	4
125	Unión universal galv. 1/2"	u	8
126	Barra p/cortina de ducha pesada 91-160 cm con tornillos	U	4
127	Cortina plástica para baño 1,8 x 1,8 m	U	4
128	Jabonera p/sobreponer cromada	u	4

129	Gancho doble cromado (perchero) incluye tornillo	u	4
130	Persianas 1 061x1 000 mm	u	18
131	Platina de fierro 3/16"x2"x20'(6 m)	u	60
132	Waipe blanco	Kg	10
Herramientas			
133	Lápiz para carpintero	u	10
134	Lija para madera n80	u	10
135	Masilla para vidrio	kg	2
136	Escoba plástica con cerda de nylon	u	3
137	Alargador de punta philip's ¼" p/talad	u	8
138	Alargador inmantado de 5/16"	u	10
139	Punta p/adaptador magnetico t/estrella (set x 3u) - ph²	u	10
140	Puntera 1/4", encastre de 1/4"	u	10
141	Adaptador p/taladro de 5/16" (encastre)	u	5
142	Broca hss 5/32 para fierro	u	10
143	Broca para concreto de 3/8" sds	u	3
144	Broca de 7mm para concreto	u	4
145	Broca de metal hss de 1/4"	u	5
146	Dado 5/16" p/mandril c/iman p/taladro	u	4
147	Chuck de 1/2" sds para taladro	u	2
148	Diamante p/mayolica 8mm. rpto.p/cortador	u	2
149	Disco de corte de 4 1/2" p/amoladora	u	10
150	Disco de corte de 7" para amoladora marca makita	u	3
151	Disco diamantado 4 1/2" para concreto	u	2
152	Disco de desbaste metal p/amoladora 4 1/2"	u	5

153	Lima plana de 10"	u	2
154	Lima plana de 12"	u	2
155	Martillo de goma grande	u	4
156	Comba de 4 lb	u	1
157	Destornilladores plano (10 piezas)	Jgs.	1
158	Cuchilla de 1" mango metal regulable	u	3
159	Kit de herramientas para electricista	u	1
160	Formon de 1"	u	3
161	Formon de 1/2"	u	3
162	Remachadora manual pop 2,4/4,8mm	u	1
163	Remache de aluminio 1/8"x1/2	u	100
164	Tijera de corte hojalata	u	1
168	Wincha 30 metros	u	1
169	Cordel de nylon para pesca 0,80 mm.	rll	1
170	Tiralíneas de 15 m	u	1
171	Wincha 5 m	u	10
172	Escuadra universal 12" stanley	u	2
173	Escuadra de 24" stanley	u	2
174	Nivel de mano 18"-stanley	u	1
175	Martillo de uña	u	3

5.2.3.2 Materiales para construcción de las estructuras de un módulo dormitorio (sección 5.2.3)

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.
1	Acero		
1.01	Tubo cuadrado LAF 2"X1,2 mm	u	91
1.02	Tubo cuadrado LAF 2"X1,5 mm	u	23
1.03	Tubo rectangular LAF 2"x4"x2 mm	u	24
1.04	Tubo rectangular LAF 2"x1"x1,2 mm	u	15
1.05	Platina 1/4" x 2"	u	13
1.06	Platina 1/8" x 2"	u	50
1.08	Soportes de aire acondicionado	u	18
1.1	Tornillos autoperforantes c/hex. 1/4"x1 1/2"	u	144
2	Consumibles		
2.01	Alambre E 70S - 6 de 0,8	cajas	3
2.02	Electrodo E-6011 1/8"Ø	kg	30
2.03	Electrodo E-6011 3/32"Ø	kg	7
2.04	Mezcla 80-20 para MAG	botella	6
2.05	Oxígeno	m ³	10
2.06	Propano(100LB=45K)	kg	45
2.07	Disco de desbaste de 7"	u	10
2.08	Disco de corte de 7"	u	16
2.09	Disco de corte de 14"	u	8
2.1	Disco de corte de 4 1/2"	u	23
2.11	Disco de desbaste de 4 1/2"	u	23
2.12	Broca 5/16" Ø	u	8
2.13	Broca 3/16" Ø	u	8
2.14	Escobilla de acero de copa de 4"	u	12

2.15	Wincha de 5m	u	6
2.16	Lija de Fe # 40	pliego	40
2.17	Lija al agua # 120	pliego	45
2.18	Tiza para Calderero	u	30
2.19	Tiza de yeso	cajas	1
2.2	Trapo Industrial	kg	50
2.21	Pintura Base	gln	14
2.22	Pintura Acabado esmalte	gln	18
2.23	Thinner acrílico	gln	11
2.24	Plumón indeleble grueso	u	6
2.25	Acondicionador de metales	gln	6
2.26	Luna Transparente	u	30
2.27	Luna negra	u	2
2.28	Careta para esmerilar	u	4

5.2.4 Análisis comparativo de rendimientos de mano de obra del sistema RBS

Lo que se puede extraer de los cuadros antes presentados es que , el sistema constructivo prefabricado tiene un rendimiento en los muros interiores de 32 m²/día, en el sistema convencional en cambio se tiene como rendimiento de tabiquería interior 12 m²/día y, en el sistema no convencional prefabricado Drywall el rendimiento es de 22 m²/día, concluyendo que en obra el sistema no convencional RBS nos resulta mas rentable, ya que considerando el avance de obra nos daremos cuenta que la proporción de avance entre los tres sistemas es de:

Sistemas Constructivos		
No convencionales		Convencional
RBS	Drywall	Albañilería
2,66	1,87	1

Para hacer una mejor comparación de rendimientos se realiza el metrado utilizado de los muros de 2,40m Obteniéndose de ello 542 m².

Para poder ver la diferencia primero se realizó la programación para el sistema convencional lográndose un avance físico de ejecución programado de 45 días, teniendo como base el rendimiento de 12 m²/día

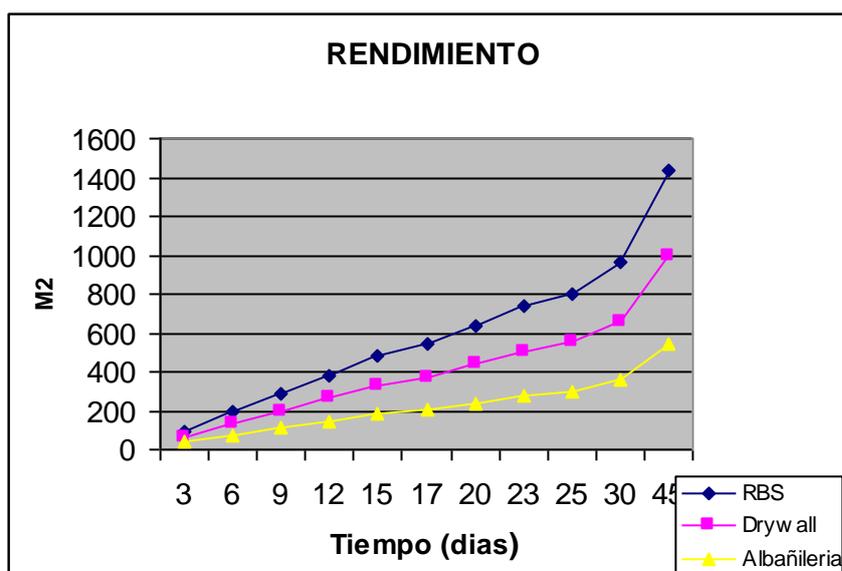
aplicando este sistema, luego se realizó la programación de avance para el sistema no convencional Drywall tomando como rendimiento 22 m²/día obteniéndose 25 días de avance físico, después se realizó la ejecución por el sistema no convencional lográndose un avance físico de 17 días teniendo como base un rendimiento de 32 m²/día.

Con esto podemos observar que existe un ahorro en tiempo de 27 días comparando con el sistema constructivo convencional y una diferencia de 8 días comparándolo con el sistema no convencional Drywall, por lo cual se hace más rentable en su rápida colocación.

Para ver con más precisión estos rendimientos de los tres sistemas constructivos, veremos a continuación la siguiente tabla:

Tabla N° 25: Cuadro comparativo de rendimientos

Tiempo (días)	RBS (m ²)	Drywall (m ²)	Albañilería (m ²)
3	96	66	36
6	192	132	72
9	288	198	108
12	384	264	144
15	480	330	180
17	544	374	204
20	640	440	240
23	736	506	276
25	800	550	300
30	960	660	360
45	1440	990	540



En la mayoría de las obras grandes, cuando se trata de trabajar con el sistema convencional, por mas que haya personal no se puede seguir avanzando debido a que el proceso de asentado del ladrillo es mas lento; en esta obra se han utilizado tabiques con alturas de 2,40 m, debiéndose los tabiques instalarse a esa altura, es decir no se trabaja en escalón como en la albañilería.

La cuadrilla en el sistema no convencional RBS está conformada por: 0,1capataz, 1operario y 2 ayudantes; en el caso del sistema Drywall la cuadrilla de trabajo es: 1 operario y 1 ayudante, en el sistema convencional la cuadrilla es 0,1 capataz, 1 operario y 1 ayudante.

Para esta obra se trabajó con 1cuadrilla; para comparar costos en mano de obra se tiene lo siguiente:

- M.O. del sistema Drywall = \$1,85 x m²
- M.O. del sistema RBS = \$ 2,56 x m²
- M.O. del sistema convencional = \$ 4,16 x m²

Entonces, verificamos que existe un ahorro de mano de obra con respecto al sistema convencional (Albañilería).

- Sistema convencional = 4,16 x 542 = \$ 2 254,72
- Sistema RBS = 2,56 x 542 = \$1 387,52

Por lo tanto, tenemos un ahorro con respecto a este sistema de \$ 867,2.

Lo que no puede afirmarse en comparación con el sistema no convencional. Así, el sistema RBS sostiene un gasto mayor que el sistema Drywall.

- Sistema RBS = 2,56 x 542 = \$ 1 387,52
- Sistema Drywall = 1,85 x 542 = \$ 1 002,70

Se puede decir que sistema RBS no es muy económico, respecto del sistema Drywall. Existe una diferencia de \$ 384,82, resultando más económico el sistema Drywall que el sistema RBS.

5.2.5 Cronograma de ejecución

A continuación se presenta el cronograma de obra de un modulo dormitorio, programado en 50 días.

5.2.6 Justificación del sistema no convencional RBS

El sistema constructivo prefabricado es sin duda un procedimiento no convencional con características que lo habilitan para resolver problemas constructivos no convencionales.

La enumeración de las características esenciales, se vinculan necesariamente con requerimientos no habituales, como son:

a) Rapidez de construcción: El sistema constructivo no convencional RBS se caracteriza por sus componentes prefabricados de peso liviano y de fácil montaje, reduciendo así los tiempos de construcción, lo que no es posible en los sistemas convencionales.

b) Transporte: La forma y peso de los elementos componentes permiten que el transporte se lleve a cabo vía fluvial aéreo o terrestre. Los paneles se transportan en contenedores para evitar algún deterioro del material.

c) Fácil montaje: El montaje está diseñado exclusivamente con uniones empernadas o atornilladas, vinculación de componentes por simple encaje, utilización de herramientas simples, y el movimiento de los materiales es manual. De la misma manera el desmontaje también es fácil y el material es reusable.

d) Poco peso: Las fuerzas que se presentan en las estructuras debido a las aceleraciones del sismo, están directamente relacionadas con el peso de la edificación. A mayor peso mayor fuerza sísmica. El sistema presenta en sus componentes elementos muy livianos, resultando ventajoso para resistir efectos sísmicos.

e) Facilidad y elasticidad de diseño: El sistema en base a trama modular regular, permite planificar construcciones simples o completas, adecuadas a cada requerimiento específico, variable en cuanto a la reducción o ampliación de sus superficies.

f) Durabilidad: El sistema no convencional RBS garantiza un tiempo de vida útil de 20 años; en vista que debido a su versatilidad y flexibilidad, el sistema es adaptable para cualquier tipo de clima sin ocasionar deterioros.

g) Mantenimiento cero: El sistema no requiere de algún tipo de mantenimiento en especial, sólo necesita una limpieza general con agua y jabón en caso, se quiera limpiar con el pasar de los años.

Mientras que para el sistema no convencional:

- Por resistencia: Es mas resistente a los sismos y al impacto producido por objetos.
- Por limpieza: No es completamente limpio, debido a los materiales que se emplea (ladrillo, mortero).
- Por acabado: No cuentan con un acabado como el del sistema RBS.
- Por facilidad de instalación: En su mayoría de veces hay que picar los muros ya sea para las instalaciones sanitarias o eléctricas, y tampoco se puede trabajar en paralelo la tabiquería con este tipo de instalaciones.

- Por flexibilidad y versatilidad: No se cuenta con poder hacer remodelaciones de forma rápida.
- Por poco peso: No aligera peso, ya que el sistema no convencional es mucho mas pesado que el sistema RBS:

Respecto al sistema Drywall, este presenta características muy parecidas al RBS, pero respecto a su durabilidad sólo garantiza 5 años en climas secos y 3 años en climas húmedos.

Tabla Nº 26: Cuadro Competitivo de Ventajas

VENTAJAS	SISTEMA RBS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA DRYWALL
Acústico	+	-	+
Resistente al fuego	+	-	+
Recuperabilidad	+	-	+
Rápido	+	-	+
Flexibilidad	+	-	+
Limpieza	+	-	+
Seguridad	-	+	-
Tradicional	-	+	-
Moderno	+	-	+
Inoxidable	+	-	-
Lavable	+	-	-
Opciones de acabado	+	-	+
Liviano	+	-	+
Durable	+	-	-
Térmico	+	-	+
Ecológico	+	-	-
Antisísmico	+	-	+
No se decolora	+	-	-
Impermeable	+	-	-
Resultado total	+	-	-

5.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.3.1 Distribución de los componentes en porcentajes del sistema RBS

A continuación presentamos los porcentajes de uso de los componentes principales del sistema RBS. Estos porcentajes no incluyen sub contratos, adicionales, etc.

Componentes del sistema RBS	%
Mano de obra	16
Materiales	30
RBS	42
Estructuras	12
Total	100

De este cuadro podemos rescatar que el componente principal es el material RBS, seguido de los materiales de construcción y acabados.

5.3.2 Costos estimados

Para facilitar un análisis de costos del sistema prefabricado se tomará como ejemplo, un nuevo modulo básico de una vivienda de 58 m² de área neta y 71 m² de área techada mostrada en el anexo de los planos.

Se trata de un módulo básico económico adecuado para zonas rurales, que consta de:

1 Sala comedor, 2 dormitorios, 1 baño completo y cocina. Se tiene 2 ingresos: 1 puerta principal por la parte delantera que conecta con la sala comedor y otra por la parte posterior que conecta a la cocina.

Para efectos de costos se está asumiendo características convencionales en lo que se refiere a partidas y sistema convencional; y para las partidas no convencionales en el sistema Drywall, los costos estimados de cada ítem son obtenidos de cotizaciones de diferentes empresas contratistas comerciales del medio. En el caso del sistema RBS los costos son obtenidos de la empresa que lleva la patente en nuestro país, siendo este el único distribuidor del sistema RBS.

Los costos están dados en Nuevos Soles.

5.3.2.1 Metrados y presupuestos

a) Sistema RBS

Obra: Vivienda económica

Fecha: Enero 2008

Items	Descripción	Und.	Cant.	Precio Unit.	Parcial	Total
1	Obras preliminares					1 706,32
1.01	Caseta de guardianía	e	1	350	350	
1.02	Limpieza de terreno	m ²	57	2,61	148,99	
1.03	Trazo y Replanteo	m ²	57	1,23	69,83	
1.04	Agua y energía de obra	e	1	437,5	437,5	
1.05	Transporte	e	1	700	700	
2	Movimiento de tierras					335,8
	Excavación perimetral					
2.01	30x30	m ²	2,6	27,33	71,06	
2.02	Nivelación y compactación	m ²	57	3,53	200,97	
2.03	Eliminación de desmonte	m ³	3,4	18,75	63,76	

3 Obras de concreto simple						
3.01	Acero de construcción $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	Kg	475	4,71	2 237,73	5 104,8
3.02	Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para losa	m ²	8,55	317,6	2 715,51	
3.03	Encofrado de losa	m ²	3,4	37,86	128,81	
3.04	Curado químico	m ²	57	0,4	22,75	
4 SISTEMA RBS						
4.01 Estructuras metálicas						
4.01.01 Refuerzo muro RBS					3 939,65	
Columna TC 50x50x1,2 mm (P1) 2,0						
4.01.01.01	< H <= 3,0	u	33	87,6	2 890,8	
Columna TC 50x50x1,5mm (P2) 2,0 <						
4.01.01.02	H <= 3,0	u	11	95,35	1 048,85	
4.01.02 Vigas dos apoyos secundarias					1 756,7	
4.01.02.01	Viga TR 50x150x3,0 mm 4,0 < L <= 5	u	1	267,3	267,3	
4.01.02.02	Viga TR 50x100x2,0mm 2 < L <= 3	u	2	136,99	273,98	
4.01.02.03	Platina	ml	48	14,54	697,92	
4.01.02.04	Viga Dintel 0,1 < H <= 1	u	6	49,71	298,26	
4.01.02.05	Viga Dintel 1 < H <= 1,5	u	4	54,81	219,24	
4.02 Arquitectura					22 566,18	
4.02.01	Muros RBS	m ²	97	97,19	9 426,97	
4.02.02	Marco puerta RBS64	m	35	22,84	799,53	
4.02.03	Contramarco Ventana RBS64	m	26	10,45	271,65	
4.02.04	Marco RBS64 para cimbrar muros	m	48	5,7	273,51	
4.02.05	Techo RBS64	m ²	71	107,26	7 615,26	
4.02.06	Tapa de alero y tímpano RBS64	m	33	15,39	507,93	
4.02.07	Tapa de pendiente RBS64	m	48	5,7	273,51	
4.02.08	Cumbrera	m	8,56	72,85	623,6	
4.02.09	Teja RBS 64	m ²	71	37,03	2 629,21	
4.02.10	Kit de reparación	u	1	145	145	
5 Cielo Raso					1 949	
5.01	Cielo Raso baldosas acústicas	m ²	53	36,77	1 949	
Sellos complementarios Sistema						
6 RBS					314,45	
6.01	Sello hermético marco básico	m	37,8	2,5	94,36	
6.02	Sello hermético en exteriores	m	45,36	2,07	93,94	
6.03	Sello hermético en interiores	m	60,92	2,07	126,16	

7 Ventanas de RBS					1 715,04
7.01	Ventanas RBS 560x 300 mm	u	1	157,12	157,12
7.02	Ventanas RBS 1 061x1 000 mm	u	4	389,48	1557,92
8 Carpintería de madera					1 259,99
8.01	Puerta contraplacada 0,9x2,1m	u	5	210	1 049,99
8.02	Puerta vaivén	u	1	210	210
9 Pisos y revestimiento					2 946,47
Piso cerámico 42x42 cm colores interiores					
9.01	Sellado de juntas de contracción cerámico	m ²	57	48,4	2 758,77
9.02		ml	16	11,73	187,7
10 Cerrajería					508,83
10.01	Bisagra capuchinas 4x4"	u	18	12,78	230,12
10.02	Cerradura puerta principal	u	2	64,43	128,87
10.03	Cerradura puerta dormitorio	u	2	60,23	120,47
10.04	Cerradura puerta baño	u	1	29,37	29,37
11 Aparatos sanitarios					1 366,43
11.01	Inodoro tanque bajo	u	1	191,73	191,73
11.02	Lavatorio	u	1	171,89	171,89
11.03	Grifería simple de lavatorio	u	1	113,35	113,35
11.04	Poza de ducha 1x1 m ²	u	1	338,71	338,71
11.05	Grifería para ducha vaina	u	1	148,82	148,82
11.06	Espejo	u	1	62,65	62,65
11.07	Dispensador de papel higiénico	u	1	29,3	29,3
11.08	Lavatorio de 1 poza c/grifería	u	1	310	310
12 Instalaciones sanitarias					1 450,08
12.01	Salida de agua fría PVC-SAP 1/2"	pto	4	21,07	84,28
12.02	Tubería PVC sal 1/2"	m	18	9,25	166,58
12.03	Válvula de compuerta 1/2"	u	2	67,74	135,49
12.04	Salida de desagüe PVC sal 2"	pto	3	27,67	83,02
12.05	Tubería de desagüe PVC sal 2"	m	15	26,24	393,53
12.06	Salida de desagüe PVC sal 4"	pto	1	31,02	31,02
12.07	Tubería de desagüe 4"	m	9	30,7	276,34
12.08	Salida de ventilación PVC 2"	pto	1	63,48	63,48
12.09	Sumidero de bronce 2"	u	1	27,26	27,26
12.1	Registro de bronce 2"	u	1	22,83	22,83
12.11	Sombrero para ventilación PVC 2"	u	1	23,59	23,59
12.12	Caja de registro 12"x24" tapa y marca	u	1	142,68	142,68

13 Instalaciones Eléctricas					2 099,64
13.01	Salida de techo para luminaria	pto	7	56,15	393,05
13.02	Salida interruptor simple Salida tomacorriente doble	pto	5	54,05	270,27
13.03	polarizado con tierra	pto	10	66,2	662
13.04	Tablero general	u	1	774,33	774,33
COSTO DIRECTO					S/. 49 019,4
GAST. GRALES Y UTILIDAD					9 803,88
COSTO TOTAL					S/. 5 8823,3

b) Sistema Drywall

Obra: Vivienda económica

Fecha: Enero 2008

Items	Descripción	Und.	Cant.	Precio Unit.	Parcial	Total
1 Obras preliminares						1 710,22
1.01	Caseta de guardianía	e	1	350	350	
1.02	Limpieza del terreno	m ²	58	2,61	151,38	
1.03	Trazo y replanteo	m ²	58	1,23	71,34	
1.04	Agua y energía de obra	e	1	437,5	437,5	
1.05	Transporte	e	1	700	700	
2 Movimiento de tierra						343 374,0
2.01	Excavación perimetral 30x30	m ²	3	27,33	74,88	
2.02	Nivelación y compactación	m ²	58	3,53	204,74	
2.03	Eliminación de desmonte	m ³	3	18,75	63,75	

3 Obras de concreto					5867,89
3.01	Cimiento corrido perimetral	m ³	3	245	671,3
3.02	Losa concreto fc' = 210kg/cm ²	m ³	9	317,6	2 763,12
3.03	Encofrado	m ²	5	37,86	173,02
3.04	Acero	Kg	475	4,71	2 237,25
3.05	Curado químico	m ²	58	0,4	23,2
4 SISTEMA DRYWALL					1 6 211,2
4.01.00	Tabiques				
4.01.01	Tabique interior con estructura metálica de 90mm e=0.90 y plancha interior de 1/2"	m ²	31	55,2	1 711,2
4.01.02	Tabique interior-sanitario con estructura metálica de 90mm e=0.90 con plancha interior de 1/2" y plancha sanitaria de 1/2"	m ²	43	55,8	2 399,4
4.01.03	Tabique interior-exterior con estructura metálica de 90 mm e=0.90 con plancha Interior de 1/2" y plancha superboard de 12 mm	m ²	74	56,3	4 166,2
4.01.04	Tabique sanitario-exterior con estructura metálica e 90 mm e=0.90 con plancha sanitaria de 1/2" y plancha superboard de 12 mm	m ²	25	57,8	1 445
4.02.00	Cielo raso				
4.02.01	Cielo raso interior-exterior con estructura metálica de 141mm e=1,20 con plancha interior de 1/2" y plancha superboard de 12 mm.	m ²	71	91,4	6 489,4
5 Carpintería en madera					2 170
5.01	Puerta 0,90 x 2,10m	u	5	210	1 050
5.02	Puerta vaivén	u	1	210	210
5.03	Ventana de 1,83 x 1,2 m	u	4	192,5	770
5.04	Ventana de 0,980 x 0,50 baño	u	1	140	140
6 Pisos y revestimientos					2 532,96
6.01	Contrapiso 3 cm.	m ²	58	10,5	609
6.02	Vinílico 1,6 mm	m ²	58	26,22	1 520,76
6.03	Mayólica 15 x 15cm h=1,80 m	m ²	7	56	403,2

7 Cerrajería					471,154
7.01	Chapa				278,69
7.01.01	Chapa en puerta principal	u	2	64,43	
7.01.02	Chapa en puerta dormitorio	u	2	60,23	
7.01.03	Chapa en puerta baño	u	1	29,37	
7.02	Bisagra				40,35
7.02.01	31/2" x 31/2"	par	8	4,65	
7.02.02	21/2" x 21/2"	par	1	3,15	
7.03	Cerrojos en ventana	u	8	3,5	11,5
7.04	Sistema de vaivén	u	1	140	141
8 Pintura					2 420,11
8.01	Anticorrosivo	m ²	77	4,73	364,21
8.02	Látex en muros	m ²	223	7,7	1 717,1
8.03	Látex en cielo raso	m ²	44	7,7	338,8
9 Vidrios					303,75
9.01	Nacional transp. Semidoble	p ²	97	3	291
9.02	Transp. Simple	p ²	5	2,55	12,75
10 Aparatos sanitarios					1 303,45
10.01	Inodoro tanque bajo	u	1	191,73	191,73
10.02	Lavatorio	u	1	171,89	171,89
10.03	Lavatorio 1 poza c/grifería	u	1	310	310
10.04	Grifería simple de lavatorio	u	1	113	113
10.05	Poza de ducha 1x1 m ²	u	1	338,71	338,71
10.06	Grifería simple de ducha	u	1	148,82	148,82
10.07	Dispensador de papel	u	1	29,3	29,3
11 Instalación sanitaria					1 426,5
11.01	Salida de agua fría PVC-SAP 1/2"	pto	4	21,07	84,28
11.02	Tubería PVC sal 1/2"	m	18	9,25	166,58
11.03	Válvula de compuerta 1/2"	u	2	67,74	135,49
11.04	Salida de desagüe PVC sal 2"	pto	3	27,67	83,02
11.05	Tubería de desagüe PVC sal 2"	m	15	26,24	393,53
11.06	Salida de desagüe PVC sal 4"	pto	1	31,02	31,02
11.07	Tubería de desagüe 4"	m	9	30,7	276,34
11.08	Salida de ventilación PVC 2"	pto	1	63,48	63,48
11.09	Sumidero de bronce 2"	u	1	27,26	27,26
11.1	Registro de bronce 2"	u	1	22,83	22,83
11.12	Caja de registro 12"x24" tapa y marca	u	1	142,68	142,68

12 Instalación eléctrica				2 099,64
12.01	Salida de techo para luminaria	pto	7	56,15 393,05
12.03	Salida interruptor simple	pto	5	54,05 270,27
12.04	Salida tomacorriente doble polarizado con tierra	pto	10	66,2 662
12.11	Tablero general	u	1	774,33 774,33
COSTO DIRECTO				S/. 36 860,6
GAST. GRALES Y UTILIDAD 20%				7 372,13
COSTO TOTAL				S/. 44 232,8

c) Sistema Convencional Albañilería

Obra: Vivienda económica

Fecha: Enero 2008

Items	Descripción	Und.	Cant.	Precio Unit.	Parcial	Total
1.00	Obras preliminares					572,72
1.01	Caseta de guardianía	e	1	350	350	
1.02	Limpieza del terreno	m ²	58	2,61	151,38	
1.03	Trazo y replanteo	m ²	58	1,23	71,34	
2.00	Movimiento de tierra					813,36
2.01	Nivelación de terreno	m	58,0	2,40	139,20	
2.02	Excavación de zanjas	m ³	19,5	22,12	431,34	
2.03	Relleno con material propio	m ³	8,2	11,56	94,79	
2.04	Eliminación de material excedente	m ³	11,3	13,10	148,03	
3.00	Concreto simple					4 769,88
3.01	Cimientos corridos	m ³	14,2	120,41	1 709,82	
3.02	Sobrecimientos	m ³	5,8	168,75	978,75	
3.03	Encofrado y desencofrado	m ²	52,6	23,10	1 215,06	
3.04	Falso piso	m ²	52,5	16,50	866,25	

4.00	Concreto armado				11 737,94
4.01.00	Columnas				
4.01.01	Concreto	m ³	2,6	324,12	842,71
4.01.02	Encofrado y desencofrado	m ²	36,5	34,20	1 248,30
4.01.03	Acero	kg	345,0	4,71	1 624,95
4.02.00	Vigas				
4.02.01	Concreto	m ³	2,1	251,40	52,94
4.02.02	Encofrado y desencofrado	m ²	16	38,15	610,40
4.02.03	Acero	Kg	298	4,71	1 403,58
4.03.00	Losa aligerada				
4.03.01	Concreto	m ³	6,1	225,40	137 494
4.03.02	Encofrado y desencofrado	m ²	70,0	25,20	1 764
4.03.03	Acero	Kg	320,0	4,71	1 507,20
4.03.04	Ladrillos para techo	U	591,4	1,41	833,92
5.00	Muros y tabiques de albañilería				4 457,07
5.01	Muros de ladrillo KK. De cabeza	m ²	84,0	52,20	4384,80
5.02	Muros de ladrillo KK. De soga	m ²	2,3	31,42	72,27
6.00	Revoques y enlucidos				4 474,50
6.01	Tarrajeo en interiores	m ²	125	11,60	1 450
6.02	Tarrajeo en exteriores	m ²	54	13,16	710,64
6.03	Tarrajeo rayado o primario	m ²	4,2	12,16	51,07
6.04	Tarrajeo en columnas				
6.04.01	Tarrajeo de superficies	m ²	63,0	16,15	1 017,45
6.04.02	Tarrajeo de aristas	ml	91,2	6,20	565,44
6.05	Tarrajeo de vigas				
6.05.01	Tarrajeo de superficies	m ²	18,1	21,20	383,72
6.05.02	Tarrajeo de aristas	ml	5,2	6,80	35,36
6.06	Vestidura de derrames	ml	32,2	8,10	260,82
7.00	Cieloraso				1 306,40
7.01	Cieloraso con mezcla	m ²	71	18,40	1 306,40
8.00	Pisos				3 544,56
8.01	Contrapiso	m ²	54	17,24	930,96
8.02	Piso cerámico 42x42 cm colores interiores	m ²	54	48,40	2 613,60

9.00	Contrazocalo					311,54
9.01	Contrazocalo	ml	42,1	7,40	311,54	
10.00	Cobertura					1 520,82
	Cobertura de ladrillo pastelero					
10.01		m ²	71	21,42	1 520,82	
11.00	Carpintería de madera					1 050
11.01	Puertas contraplacadas	u	4	210	840	
11.02	Puertas vaivén	u	1	210	210	
12.00	Carpintería metálica y herrería					840
12.01	Ventanas de aluminio	u	4	180	720	
12.02	Ventana de baño	u	1	120	120	
13.00	Cerrajería					508,81
13.01	Bisagra capuchinas 4x4"	u	18	12,78	230,12	
13.02	Cerraduras					
13.02.01	Chapa en puerta principal	u	2	64,43	128,86	
13.02.02	Chapa en puerta dormitorio	u	2	60,23	120,46	
13.02.03	Chapa en puerta baño	u	1.0	29,37	29,37	
14.00	Vidrios, cristales y similares					291
14.01	Nacional transp. Semidoble	p ²	97	3	291	
15.00	Pintura					1 010,37
15.01	Cieloraso	m ²	71	4,02	285,42	
15.02	Muros exteriores e interiores	m ²	179	4,05	724,95	
17.00	Aparatos sanitarios					1 303,5
17.01	Inodoro tanque bajo	u	1	191,73	191,73	
17.02	Lavatorio	u	1	171,89	171,89	
17.03	Lavatorio 1 poza c/griferia	u	1	310	310	
17.04	Griferia simple de lavatorio	u	1	113	113	
17.05	Poza de ducha 1x1 m ²	u	1	338,71	338,71	
17.06	Griferia simple de ducha	u	1	148,82	148,82	
17.07	Dispensador de papel	u	1	29,30	29,30	

18.00	Instalación sanitaria					1 426,5
18.01	Salida de agua fría PVC-SAP 1/2"	pto	4	21,07	84,28	
18.02	Tubería PVC sal 1/2"	m	18	9,25	166,58	
18.03	Válvula de compuerta 1/2"	u	2	67,74	135,49	
18.04	Salida de desagüe PVC sal 2"	pto	3	27,67	83,02	
18.05	Tubería de desagüe PVC sal 2"	m	15	26,24	393,53	
18.06	Salida de desagüe PVC sal 4"	pto	1	31,02	31,02	
18.07	Tubería de desagüe 4"	m	9	30,70	276,34	
18.08	Salida de ventilación PVC 2"	pto	1	63,48	63,48	
18.09	Sumidero de bronce 2"	u	1	27,26	27,26	
18.10	Registro de bronce 2"	u	1	22,83	22,83	
18.12	Caja de registro 12"x24" tapa y marca	u	1	14,68	142,68	
19.00	Instalación eléctrica					2 099 6
19.01	Salida de techo para luminaria	pto	7	56,15	393,05	
19.02	Salida interruptor simple	pto	5	54,05	270,27	
19.03	Salida tomacorriente doble polarizado con tierra	pto	10	66,20	662	
19.08	Tablero general	u	1	774,33	774,33	
						<hr/>
COSTO DIRECTO					S/.	4 2038,56
GAST. GRALES Y UTILIDAD					20%	8 407,71
						<hr/>
COSTO TOTAL					S/.	50 446,27

5.3.3 Análisis comparativo económico

De los presupuestos citados anteriormente, en la vivienda tomada por ejemplo, se tiene el siguiente análisis comparativo:

5.3.3.1 Costo por m²:

a) Del presupuesto de la vivienda con el sistema RBS se tiene:

Costo directo	=	49 019,40
G.G. + Util. 20%	=	9 803,88
Costo total (S/.)	=	58 823,28
Área techada (m ²)	=	71
Costo x m ²	=	58 823,28 / 71 = 828,50 Soles / m ²

b) Del presupuesto de la vivienda con el sistema Drywall se tiene:

Costo directo	=	36 860,63
G.G. + Util. 20%	=	7 372,73
Costo total (S/.)	=	44 232,75
Área techada (m ²)	=	71
Costo x m ²	=	44 232,75 / 71 = 623 Soles / m ²

c) Del presupuesto de la vivienda con el sistema convencional se tiene:

Costo directo	=	42038,56
G.G. + Util. 20%	=	8407,71
Costo total (S/.)	=	50 446,27
Área techada (m ²)	=	71
Costo x m ²	=	50 446,27 / 71 = 710,51 Soles / m ²

5.3.3.2 Comparación de sistemas de construcción

Si comparamos el sistema constructivo no convencional RBS con el sistema constructivo Drywall notaremos lo siguiente:

$$828,50 / 623,00 = 1,32 \rightarrow 132\%$$

Lo que implica que el costo de una vivienda con el sistema RBS es el 132 % del costo de una vivienda construida con el sistema prefabricado Drywall.

Si comparamos el sistema constructivo no convencional RBS con el sistema constructivo convencional, tiene:

$$828,50 / 710,51 = 1,17 \rightarrow 117\%$$

El costo de una vivienda con el sistema no convencional RBS es el 117 % del costo de una vivienda con el sistema convencional.

Sin embargo, los porcentajes son referenciales y se pueden llegar a reducir cuando los volúmenes de construcción son mayores. Debe tomarse en consideración que en una etapa inicial los rendimientos de producción de vivienda son menores, llegando en etapas posteriores a optimizarse los rendimientos.

5.3.4 Recuperabilidad

Para evaluar su recuperabilidad se tiene el siguiente cuadro-resumen de montos por partidas:

Recuperabilidad del sistema RBS

Item	Descripción	Monto	Recuperable	
		Total	%	Monto
1	Obras preliminares	1 706,3	0	0
2	Movimiento de tierras	335,8	0	0
3	Obras de concreto simple	5 104,8	0	0
4	SISTEMA RBS		99,3	
4.1	Estructuras metálicas	5 696,4	100	5 696,4
4.2	Arquitectura	22 566,2	98	22 114,9
5	Cielo Raso	1 949	100	1 949
6	Sellos complementarios Sistema RBS	314,5	0	0
7	Ventanas	1 715	100	1 715
8	Carpintería de madera	1 260	100	1 260
9	Pisos y revestimiento	2 946,5	0	0
10	Cerrajería	508,8	100	508,8
11	Aparatos sanitarios	1 366,4	100	1 366,4
12	Instalaciones sanitarias	1 450,1	10	145
13	Instalaciones Eléctricas	2 099,6	65	1 364,8
Costo directo		49 019,4		36 120,3
G.G + Utilidad 20%		9 803,9		7 224,1
Costo Total		58 823,28		43 344,34

Si se trata de recuperar una vivienda, el porcentaje de recuperabilidad es:

$$43\ 344,34 / 58\ 823,28 = 0,74 \rightarrow 74\%$$

Por lo tanto la vivienda es recuperable en un 74%

Es importante resaltar mediante el ejemplo lo beneficioso que es el sistema en lo referente a su recuperabilidad.

- Si la vivienda construida con el sistema RBS se recupera para ser construida en otro lugar, nos costaría:

Desmontaje : Se asume en el peor de los casos el mismo monto que el montaje..... S/.10 198

Monto no recuperable: 58 823,28 - 43 344,34 = S/. 15 479,04

Costo directo = 25 677,04

G.G.+Util. 20% = 5 135,41

Costo total S/. =30 812,45

En el caso de volver a edificar, la vivienda nos costaría S/.30 812,45, que representa:

$$30\,812,45 / 58\,823,28 = 0,52 \rightarrow 52 \%$$

Con respecto al precio de la vivienda del sistema RBS.

Tabla N° 27: Monto recuperado con la recuperabilidad del sistema RBS

Montaje	Costo de modulo	% utilizado	Recuperado costo acum.	Nuevo Costo acum.	%Gasto acum.	% Gasto Invertido	% Recup acum.	% Promedio Recuperado
1 vez	58 823,28	100	58 823,28	58 823,28	100	100	0	0
2 vez	30 812,45	52	89 635,73	117 646,56	152	76	48	24
3 vez	30 812,45	52	120 448,18	176 469,84	204	68	96	32
4 vez	30 812,45	52	151 260,63	235 293,12	256	64	144	36
5 vez	30 812,45	52	182 073,08	294 116,40	308	61.6	192	38.4
Total		308	602 240,9	882 349,2				192

En la tabla N° 27, hacemos la simulación de volver a edificar 5 veces, el mismo modulo, y obtenemos que:

Después de edificar el mismo modulo por quinta vez, obtenemos el 192 % de ahorro a partir del supuesto de una inversión de 5 veces la original: 500%.

Si edificamos 5 veces con el mismo material, solo gastaríamos S/.602 240,9.

Recuperabilidad del Sistema Drywall

Item	Descripción	Monto	Recuperable	Monto
		Total	%	
1	Obras preliminares	1 710,2	0	0
2	Movimiento de tierras	343,4	0	0
3	Obras de concreto simple	5 867,9	0	0
4	SISTEMA DRYWALL			
4.1	Arquitectura	16 211,2	60	9 726,72
5	Carpintería de madera	2 170	100	2 170
6	Pisos y revestimiento	2 531	0	0
7	Cerrajería	471,5	100	471,5
8	Pintura	2 420,1	0	0
9	Vidrios	303,8	100	303,8
10	Aparatos sanitarios	1 303,5	100	1 303,5
11	Instalaciones sanitarias	1 426,5	10	142,6
12	Instalaciones Eléctricas	2 099,6	65	1 364,8
Costo directo		36 860,63		15 482,88
G.G + Utilidad 20%		73 72,13		3096,6
Costo Total		44 232,75		18 579,45

El porcentaje de recuperabilidad del sistema Drywall es:

$$18\ 579,45 / 44\ 232,75 = 0,42 \rightarrow 42\ %$$

Por lo tanto la vivienda bajo el sistema Drywall es recuperable un 42%.

Luego al comparar una vivienda del sistema RBS vrs. El sistema no convencional Drywall, notaremos que es (72% contra 42%) mucho mas rentable recuperar una vivienda construida con el sistema RBS.

5.3.5 Análisis comparativo de tiempos de ejecución

A continuación se presenta 3 proyecciones de obra en el que se refleja los tiempos empleados para cada sistema de construcción en el modulo vivienda económica.

5.3.6 Análisis comparativo de costo mantenimiento

Sistema RBS

El mantenimiento del sistema se puede realizar en cualquier momento que se requiera.

Se presenta el costo de mantenimiento del modulo vivienda económica en el siguiente análisis unitario:

Mantenimiento de sistema RBS							
Rendimiento	MO.	45,0000	EQ.	45,0000	Costo unitario directo por : m ²	7,41	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010503	PEON	hh	1,0000	0,1778	9,61	1,71	
	Materiales						
0230050000	DETERGENTE	u		1,2000	4,56	5,47	
	Equipos						
0337000000	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	1,71	0,05	
0348090002	ANDAMIO METAL TABLAS ALQUILER	est		1,0000	0,18	0,18	
							0,23

Para realizar el mantenimiento de la vivienda económica, solo se necesita:

Mano de obra: 1 Peón

En este análisis no contemplamos el costo que se aumentaría por resanes o cambio de plancha.

Mano de obra: 1 operario

Materiales:

Pintura imprimante

Pintura esmalte o látex

Lija

En el caso de resane masilla.

Realizar el mantenimiento a la vivienda económica costaría:

$$71 \times 19,03 = S/. 1\,351,13$$

Este costo será invertido cada vez que se requiera mantenimiento en el sistema Drywall.

SISTEMA CONVENCIONAL

El análisis unitario para el mantenimiento de albañilería es el mismo que el del sistema Drywall , considerando que su mantenimiento se fundamenta en la pintura. Teniendo que considerar adicionalmente los gastos de picado, resane, y tarrajeo en algunos casos.

Si se diera el caso de tarrajear el muro el costo aumentaría en:

Tarrajear de muros							
Rendimiento	MO.	25	EQ.	25	Costo unitario directo por : m ²	10,27	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
147010513	OPERARIO		hh	1	0,32	11,89	3,8048
0147010503	PEON		hh	1	0,32	9,61	3,0752
							6,88
Materiales							
2300541200	ARENA FINA		m3		0,0160	56	0,896
2300541280	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		0,1170	18	2,106
							3,002
Equipos							
337000000	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3	6,88	0,2064
348090002	ANDAMIO METAL TABLAS ALQUILER		est		1	0,18	0,18
							0,3864

Considerando el mantenimiento y tarrajear el costo del sistema convencional para el modulo vivienda económica sería:

Costo por metro cuadrado: $10,27 + 19,03 = 29,30$

$71 \times 29,30 = S/. 2\ 080,30$

Este costo será invertido cada vez que se requiera mantenimiento en el sistema convencional.

CAPITULO 6: CONCLUSIONES.

1. Mediante el presente estudio se logró documentar y evaluar con materiales o sistemas no convencionales el sistema RBS en base a PVC.
2. Se consiguió describir el proceso constructivo del sistema RBS, detallándose cada parte del mismo.
3. Concluimos que el sistema tiene una composición económica plenamente identificada RBS 42%, Materiales de construcción 30%, Mano de obra 16%, Estructuras 12%. Obteniendo mayor incidencia el RBS como material principal.
4. Se realizó la evaluación técnica económica del sistema con lo cual concluimos lo siguiente :
 - a) El sistema constructivo no convencional RBS es más rápido que el sistema convencional y el sistema no convencional Drywall. En proporción a sus rendimientos, el sistema RBS es 2,5 veces más rápido en su instalación que el sistema convencional, y 1,3 veces más rápido que el sistema no convencional Drywall. Esto lo podemos observar en la sección 5.3.5, al evaluar el tiempo de ejecución de una vivienda económica, con el sistema no convencional RBS, Drywall y el sistema convencional albañilería.
 - b) En el sistema RBS el orden de los procesos constructivos pueden tener una mayor flexibilidad respecto al orden de ejecución.
 - c) En cuanto al sistema no convencional Drywall, la mano de obra en instalación de muros es mas costosa que el sistema RBS, por que su rendimiento es de 12 m²/día , mientras que en el RBS su rendimiento es de 32 m²/día.
 - d) Composición de cuadrillas en mano de obra.

Cuadrilla	RBS	Drywall	Albañilería
Capataz	0,1		0,1
Operario	1	1	1
Peon	2	1	1

e) Realizando el análisis comparativo económico por m², concluimos que el sistema RBS es más costoso que el sistema convencional y el sistema no convencional Drywall. Por que el sistema RBS cuesta 132% más que el sistema Drywall en construcción. Comparándolo con el sistema convencional el sistema RBS cuesta 117% de más.

f) Un aspecto muy favorable de este sistema es que el 74% de la construcción es recuperable. Esto es muy ventajoso para empresas constructoras, compañías mineras u otras empresas que requieran construir viviendas cercanas a las obras, las cuales veces se ubican lugares de diversos tipos de climas, resultando el sistema por esa razón ideal.

5. Un aspecto negativo es que los materiales RBS son fabricados en el exterior del país, dificultándose el abastecimiento de los materiales en nuestro medio.

6. El sistema tiene por ventaja la facilidad de las instalaciones eléctricas y sanitarias, no se necesita picar ni resanar muros.

7. La gran ventaja que tiene el sistema RBS es que el costo del mantenimiento es muy bajo, en vista que sólo se requiere de agua y jabón para su limpieza.

En la sección 5.3.6 se realizó un análisis comparativo de mantenimiento para el sistema no convencional RBS, Drywall y el sistema no convencional albañilería, en el cual se obtuvo:

Sistema	Costo m² (S/.)
RBS	7,41
Drywall	19,03
Albañilería	29,3

8. El sistema garantiza una durabilidad y resistencia de 20 años, lo que no tienen otros sistemas no convencionales y convencionales.

9. El sistema RBS es sismorresistente, porque los muros actúan como portantes teniendo aún así un refuerzo (indicado en el capítulo 3) como las columnetas. Además que el sistema RBS no cuenta con mucho peso y esto hace que el sistema tenga una reacción positiva frente a los movimientos telúricos.

10. Debido al alto costo y ventajas que obtiene el RBS, resulta de gran utilidad para el sector minero, al ser el del mayor potencial económico y con mayores indicadores de crecimiento. Esto responde al campo de aplicación del sistema RBS, el cual se puede presentar en diversos lugares y recuperarse para su montaje en otro sitio.

VENTAJAS	SISTEMA RBS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA DRYWALL
Costo	117%	100%	84%
Acústico	98%	100%	74%
Recuperabilidad	74%	0%	42%
Rápido	100%	40%	75%
Mantenimiento económico	25%	100%	65%
Seguridad	25%	100%	25%
Tradicional	0%	100%	0%
Moderno	100%	0%	90%
Lavable	100%	0%	0%
Liviano	100%	0%	98%
Durable	100%	65%	30%
Aislante Térmico	95%	0%	76%
Antisísmico	100%	50%	100%
Apreciación Total	80%	50%	58%

11. Con el tiempo el valor de la inversión disminuye y se justifica el monto empleado, esto se sustenta en la tabla N° 27, en cual se demuestra que la recuperabilidad del sistema RBS es una de sus mejores ventajas.

CAPITULO 7: RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer un estudio de suelos, para poder determinar el tipo de cimentación para cada construcción.
2. Como mantenimiento normal se recomienda lavar con agua jabón suave, usando una franela o con un cepillo de mano suave. Las superficies exteriores con textura deben de lavarse solo con un cepillo suave para evitar acumular la suciedad en los poros de la textura. Las manchas difíciles de remover se tratan con las recomendaciones dadas en la sección 3.14.
3. Los paneles se deben estibar uniendo las caras que quedan a la vista entre si intercalando los niveles hacia arriba con un máximo de 10 a 20 paneles.
4. Para el aislamiento térmico y acústico se debe estudiar las propiedades de los materiales más convenientes. Se debe elaborar una estrategia para la selección del tipo de relleno a usar en el panel según el espectro del ruido que se desea atenuar para el aislamiento acústico.
5. Si el sistema RBS requiere de estructuras especiales tales como, tijerales, pórticos, etc. Se recomienda someterse a un modelamiento estructural.
6. Si se desea optimizar los costos de las estructuras especiales se debe realizar diversos modelamientos estructurales.
7. A pesar de ser mecánica la instalación del sistema RBS es recomendable tener por lo menos dos personas en obra que sepan de la construcción del sistema.
8. El transporte de los paneles debe ser en vehículos cerrados o contenedores, tal es que los materiales no se deterioren ni se rasguen.

El sistema es recomendable para usos tales como: Oficinas, dormitorios, sala de juegos, Comedores, viviendas, etc.

CAPITULO 8: BIBLIOGRAFIA

- (1) FREDERICK S. MERRITT. (1992). "Manual del ingeniero Civil" Tomo 1. McGraw-Hill/ Interamericana Editores, s.A. 3era Edición. México.
- (2) FREDERICK S. MERRITT.(1992). "Manual del ingeniero Civil" Tomo 2. McGraw-Hill/ Interamericana Editores, s.A. 3era Edición. México.
- (3) KATY RAMOS, ANGEL GOMEZ, ROXANA HERRERA, ROSA VEGA. (2001). "Normas Peruanas de Estructuras" Capitulo Peruano ACI – PERU. 2da Edición. Perú.
- (4) ANGEL R. HUANCA BORDA. (1996). "Mecánica de suelos" 2da edicion. Perú
- (5) PETER L. BERRY – DAVID REID. (1993). "Mecánica de suelos" McGraw-Hill Interamericana, Colombia. Pág. 1-77.
- (6) FLAVIO ABANTO CASTILLO. (2003). "Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería". Editorial San Marcos. 2da Edición. Perú.
- (7) ING. JULIO ARANGO ORTIZ. (2002) "Análisis, Diseño y construcción en Albañilería" Capitulo Peruano ACI. 1era Edición. Perú
- (8) D. M. BURMISTER, "appellation of controlled test methods in consolidation testing," (1995) ASTM Spec. tech. publ. 126, 1951; J. M. schmertmann, Undisturbed Consolidation of clay, ASCE transactions, vol. 120.
- (9) R.L. BROCKENBROUGH AND B.G. JHONSTON USS Steel Design Manual, ADUSS 27-3700-04, U.S. Steel Corp., Pittsburgh, Pa.15222.
- (10) "The Design, Fabrication, and Erection of Highly Restrained connections to minimize Lamellar Tearing ",(1973). AISC Engineering Journal, vol.10 N°3.

- (11) Suplementario Informativo , "AISI Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members" ,(1980).
- (12) D.U. Dece and R.P. Millar, "Clasificación and Index Properties for Intact Rock," (1966). Technical Report AFWL-TR-65-116,Airforce Special Weapons Center, Kirtland Airforce Base, New Mexico.
- (13) Concrete Manual, (1975). Edi. 8th , U.S. Bureau of Reclamation.
- (14) Enciclopedia del Plástico 2000"; Centro Empresarial del Plástico
- (15) SCHEIRS, John y PRIDDY, (2003) .Duane editors, Modern Styrenic Polymers, Wiley. Pag.2-5.
- (16) CARDENAS TORRES CLAUDIA, (2000). "Negocio de una empresa prefabricada, sistema Drywall- sistema Superboard". Tesis por experiencia profesional. Universidad Ricardo Palma.
- (17) SEVERIA OCHOA, ALONSO. (1977). "Presupuestos, precios, costos (PPC)" Pag.77. España.
- (18) ITALO TAJER. (2002). "Royal Building Systems de México S.A." Ed. 1era. México
- (19) JACK C. MCCORMAC. (2002). " Diseño de estructuras de Acero" Grupo Alfaomega, 2da Edición. México.
- (20) ING. JESUS RAMOS SALAZAR. (2004). "Costos y Presupuestos en Edificación" . Camara Peruana de la Construcción .9na Edición. Perú

- (21) ING. GENARO DELGADO CONTRERAS. (2005). "Costos y Presupuestos en Edificaciones" Edicivil SRLtda. Perú
- (22) Boletín "Medio ambiente, construcción y PVC, Ciudades para un futuro más sostenible". (Abril 1998) Página 5.
- (23) INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA "ICG" (2007). Resolución ministerial N°315 - vivienda del 14 de diciembre. Especificaciones Normativas para el Diseño Sismorresistente y Diseño en concreto Armado, en El Caso de Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada. (En línea). <http://www.construccion.org.pe>.
- (24) Revista COSTOS. Publicación Mensual del Grupo S10. (2007). Numero 160, Julio. Pag. 64
- (25) Resolución Ministerial N° 315- 2004- Ministerio de Vivienda del 14 de Diciembre - Muros de ductilidad Limitada.

ANEXOS

Anexo 1: Cronograma de obra de un módulo dormitorio, programado en 50 días.

Anexo 2: Proyecciones de obra en el que se refleja los tiempos empleados para cada sistema de construcción en el módulo de vivienda económica:

- Sistema RBS
- Sistema Drywall
- Sistema convencional de albañilería

Anexo 3: Informes de resultados