

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA**



**EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO
PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA
CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA.**

**Presentada al Señor Decano de la Facultad de Arquitectura y
Tribunal Examinador**

Presentado por

LUIS FERNANDO MEJICANO DÍAZ

Para optar el título de

Arquitecto

Guatemala, agosto de 2011

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

Decano:	Carlos Enrique Valladares Cerezo
Vocal I:	Arq. Sergio Mohamed Estrada Ruiz
Vocal II:	Arq. Efraín de Jesús Amaya Caravantes
Vocal III:	Arq. Marco Vinicio Barrios Contreras
Vocal IV:	Br. Jairon Daniel Del Cid Rendón
Vocal V:	Br. Nadia Michelle Barahona Garrido
Secretario:	Arq. Alejandro Muñoz Calderón

TRIBUNAL EXAMINADOR

Decano:	Carlos Enrique Valladares Cerezo
Examinador:	Arq. Jorge López Medina
Examinador:	Arq. Rolando Pérez Batres
Examinador:	Arq. Fernando Salazar García
Examinador:	Arq. Alejandro Muñoz Calderón

ASESOR

Arq. Fernando Salazar García

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A quien debo este logro.

A LA VIRGEN MARIA

Gracias por interceder por nosotros.

A MIS PADRES

Dr. Rafael Mejicano Paíz (Q.E.P.D.) Y Blanca Rosa Díaz de Mejicano (Q.E.P.D.) como un tributo a todos sus esfuerzos.

A MI ESPOSA

Kirsten Merck de Mejicano

A MIS HIJAS

María Pilar, María Ximena y María Fernanda.

A MIS HERMANOS

Rafael, Blanca Rosa, Carlos Eduardo y Gerardo.

A LA SEÑORA

Concha Morales.

A MIS AMIGOS

Por su amistad sincera y por el apoyo y motivación que me han brindado, especialmente a Jorge López Medina, Fernando Salazar García, Rolando Pérez Batres, Ruth Celada López y Luis Pedro Sulecio Alva.

A LA FACULTAD DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ÍNDICE

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Índice de figuras	3
Índice de tablas	4
Índice de planos	5
Siglas	5
Glosario	6
Introducción	8
Objetivos	10
CAPÍTULO I	11
Marco conceptual	11
Marco teórico	13
Marco operativo	14
CAPÍTULO II	15
La madera	15
2.1 Composición de la madera	15
2.2 Propiedades físicas de la madera	18
2.3 propiedades mecánicas de la madera	22
CAPÍTULO III	26
Reseña histórica de los tableros aglomerados de madera	26
3.1 Creación y desarrollo de los paneles contrachapados y de aglomerado de madera	26
3.2 Producción industrial del tablero contrachapado (Plywood)	28
3.3 Tableros de fibra	33
3.4 Tableros de partículas	35
3.5 Tableros de virutas orientadas OSB	35
CAPÍTULO IV	37
Fabricación y procedimiento de tableros de aglomerado de madera	37
4.1 Definición de los tableros de aglomerado de madera	37
4.2 Materias Primas	37
4.3 Tableros de fibra	38
4.4 Tipos de tableros de fibra MDF	41
4.5 Tableros de partículas	44
4.6 Tableros de virutas orientadas OSB	45
4.7 Otros tableros aglomerados	47
CAPÍTULO V	51
Propiedades físicas y mecánicas de los tableros aglomerados de madera	51
5.1 Propiedades físicas	51
5.1.1 Densidad	52
5.1.2 Contenido de humedad	52
5.1.3 Estabilidad dimensional	53
5.1.4 Resistencia a la humedad	54
5.1.5 Conductividad térmica	55

5.1.6 Aislamiento acústico	55
5.1.7 Contenido de adhesivos	57
5.2 Propiedades mecánicas	58
5.2.1 Resistencia a la flexión	58
5.2.2 Resistencia a la tracción	58
5.2.3 Resistencia a la compresión	59
5.2.4 Normas y especificaciones	59
5.2.5 Datos técnicos	60
CAPÍTULO VI	62
Uso de los tableros aglomerados de madera en mobiliario para ambientes arquitectónicos	62
6.1 Modulación	62
6.2 Corte	62
6.3 Ensamblés	62
6.4 Acabados	63
6.5 Planificación	64
6.6 Proyectos para mobiliario en diferentes ambientes Arquitectónicos	65
6.6.1 Biblioteca del Instituto Austriaco Guatemalteco	65
6.6.2 Hospital de Día Multimédica	67
6.6.3 Colegio Viena Aulas de Química y Física	69
6.6.4 Detalles típicos para armado de muebles	70
CAPÍTULO VII	
Conclusiones	71
Recomendaciones	73
Bibliografía	74

INDICE DE FIGURAS

Figuras No.	Título	Pág.
1.	Estructura macroscópica de la madera	17
2.	Estructura microscópica de la madera	18
3.	Traqueidas de Pinus sp.	19
4.	Consideraciones de una viga sometida a flexión	25
5.	Sandalías reales del Faraón Tutankamon	26
5.a.	Fragmento de mural egipcio con la tecnología del chapado	27
6.	Credenza Barroca	27
7.	Berlina de gala	29
8.	Berlinas, carruajes de Sevilla	29
9.	Avión Albatros, Alemán	30
10.	Avión Fokker DR1	31
11.	Automóvil Ford M 1910	31
12.	Automóvil Dodge Highlander M 1947	32
13.	Muebles Charles Eames	32
14.	Butaca Tuoli de Alvar Aalto (1931)	33
15.	Fibras de madera	38
16.	Tableros de fibra MDF	39
17.	Diagrama de producción de tableros de fibras y partículas: flujo análogo del proceso	40
18.	Paneles decorativos de uso acústico	42
19.	Molduras y tableros de MDF	42
20.	Tableros ranurados de MDF	43
21.	Tableros melaminizados de MDF	43

22.	Tablero MDF esculpido para uso decorativo	43
23.	Tableros de partículas	44
24.	Esquema general del proceso de fabricación de los tableros de partículas.	45
25.	Tableros OSB	46
26.	Mobiliario Fabricado con OSB	47
27.	Fabricación de tableros moldeados por compresión y extrusión	48
28.	Casa con estructura de acero y acabados de madera cemento	49
29.	Tableros tipo sándwich	50

TABLAS

1.	Estado de la madera	20
2.	Punto de saturación de las fibras	21
3.	Contenido de humedad en diferentes tipos de tableros de aglomerados de madera	53
4.	Variaciones dimensionales en tableros aglomerados de madera	54
5.	Conductividad térmica de los tableros aglomerados de madera	55
6.	Aislamiento acústico aéreo en tableros aglomerados de madera.	56
7.	Coefficiente de absorción acústica en tableros aglomerados de madera	57
8.	Propiedades mecánicas de los tableros aglomerados de madera.	59
9.	Características físico mecánicas de los tableros aglomerados de madera	60

LISTADO DE PLANOS	Pág
Biblioteca del Instituto Austriaco Guatemalteco	65
A-1/11 Planta de ubicación de muebles 1er. nivel	
A-2/11 planta de ubicación de muebles 2do. Nivel	
A-3/11 Detalle mesa típica	
A-4/11 Detalle mes redonda	
A-5/11 Anaquel	
A-6/11 Anaquel doble	
A-7/11 Anaquel de videos, CD's y casetes	
A-8/11 Mesa para computadora	
A-9/11 Escritorio, circulación y préstamo de libros	
A-10/11 Detalle típico armado de entrepaños	
A-11/11 Mueble para televisión y Video	
Hospital Multimédica	67
B-1/13 Planta de ubicación de muebles	
B-2 y 3/13 Mueble de caja en sala de espera	
B-4/13 Mueble información	
B-5/13 Detalle mueble información	
B-6/13 Planta de área de esterilización	
B-7/13 Detalle tabiques divisorios en vestidores	
B-8/13 Elevación muebles área de esterilización	
B-9/13 Detalles típicos muebles	
B-10/13 Tabiques divisorios en vestidores	
B-11/13 Detalles divisorios en vestidores	
B-12/13 Planta área de administración y detalles	
B-13/13 Escritorios área administración	
Colegio Viena Aulas de Química y Física	69
C-1/4 Planta de ubicación de muebles	
C-2/4 Detalle de mesa para laboratorio	
C-3/4 Detalle de mesa típica de laboratorio	
C-4/4 Detalles típicos de armario de laboratorio	
Detalles típicos para armado de muebles	70
D-1/8 Detalle típico banca	
D-2/8 Costado un frente	
D-3/8 Costado doble frente	
D-4/8 Entrepaño un frente	
D-5/8 Detalle doble frente	
D-6/8 Vista interior de entrepaño y costado	
D-7/8 Vista exterior de entrepaño y costado	
D-8/8 Vista inferior y superior de entrepaño y costados ya anclados	

SIGLAS

FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
-----	--

GLOSARIO

Alabeo	Curvatura de una pieza de madera por la deformación de uno de sus planos, longitudinal o transversal, o de ambos.
Albura	Capa de madera dura que se encuentra inmediatamente después de la corteza. Es de color blanquecino: esta ubicada entre el duramen y la corteza.
Arista	Línea formada por la intercesión de la cara y el canto de una pieza.
Cantos	Superficies planas menores, perpendiculares a las caras paralelas entre sí y al eje longitudinal de la pieza.
Cara	Superficies planas mayores paralelas entre sí y al eje longitudinal de la pieza.
Coníferas	Maderas provenientes de árboles con hojas en forma de escamas. Corresponde a las especies del orden gimnosperma.
Contenido de humedad	Es la cantidad de agua que contenga una pieza de madera expresada como porcentaje de su peso.
Defectos	Son las alteraciones de la madera que influyen en las propiedades físicas, mecánicas y/o químicas, que determinen una limitación en su uso.
Deforestación	Destrucción de la superficie forestal, provocada generalmente por la acción humana, principalmente por talas de la industria maderera, o quemas para la obtención de suelo para la agricultura y la ganadería.
Desperdicio o residuo	Materiales que sobran sin ningún control, y que pueden ser aprovechados.
Duramen	Parte central, más seca, dura y oscura del tronco y de las ramas más gruesas de un árbol. Popularmente al duramen se le conoce como el corazón de la madera.
Chapas	Material de madera en forma de pliegos con un grosor específico, de ancho y largos variables.
Hongos Xilófagos	Hongos que se alimentan de madera (tejido salino).

Nudos	Porciones de madera dura y compacta, pertenecientes a ramas que quedaron incluidas en el tronco.
Panel o tablero Aglomerado	Plancha producida a base de fibras, partículas o virutas derivadas de la madera.
Poda	Quitar o cortar las ramas superficiales de los árboles y otras plantas.
Raleo	Cortar los arboles mal formados o débiles de los bosques y plantaciones forestales para aumentar el vigor de los mismos, así como aumentar el diámetro de los arboles remanentes. El raleo debe ser controlado por expertos.
Reciclaje de la madera	Es el proceso de convertir los residuos, sobrantes y desperdicios de madera en productos usables.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La madera es una materia prima altamente apreciada en la historia de la humanidad por sus nobles atributos, los cuales constituyen un sello en el desarrollo técnico constructivo y artístico de las civilizaciones del mundo.

Los beneficios que la madera brinda al ser humano desde la antigüedad, han permitido que ésta sea objeto de curiosidad y cuestionamiento para la búsqueda de su mejor aprovechamiento y aplicación en casi todas las necesidades humanas. Su estudio e investigación data de tiempos inmemoriales; los resultados obtenidos han servido de base para desarrollar la diversidad de productos que hoy se conocen para tratar de resolver la demanda de un bien que disminuye debido al crecimiento constante de la población mundial y al decrecimiento de la masa forestal del planeta.

Los importantes aportes en dinero, energía, conocimiento científico y técnico más avanzados en el sector de la madera, para conservar y proteger el patrimonio forestal del mundo entero, abren nuevos horizontes a técnicas sofisticadas como la producción de paneles de aglomerados de madera que constituyen un triunfo muy importante en este campo, eliminando el derroche de los recursos maderables, utilizando inclusive los residuos de la madera, aspecto que generalmente es poco conocido.

En el caso de Guatemala las fuentes forestales están disminuyendo por la explotación inadecuada de los recursos maderables, ya que su uso no se reduce a la industria de la construcción, la mueblistería e industria de la madera en general, sino que además es utilizada como combustible especialmente por los sectores más desatendidos socialmente hablando. Además de las causas mencionadas de esta disminución forestal, se suma el vandalismo, los incendios y otros hechos que son motivo de titulares en periódicos y noticieros cada día.

Los efectos de la deforestación (por causas antes mencionadas, entre otras) junto al aumento de la concentración de anhídrido carbónico (CO₂) proveniente del uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas), son los principales contribuyentes del cambio climático, que se hace sentir en el aumento de la temperatura global, el derretimiento de los hielos polares y el aumento del nivel de los océanos (noticia cotidiana en diarios, revistas y medios masivos de comunicación), para lo cual no hay una solución inmediata; científicos, ecologistas y educadores coinciden en plantear, que lo que conviene es cuidar lo que nos está quedando.

En el caso de los bosques, los investigadores de la industria de la madera han considerado como alternativa a esta problemática, plantaciones forestales con especies de crecimiento rápido como el pino y el eucalipto que tienen efectos benéficos para el medio ambiente disminuyendo el efecto invernadero, y pueden utilizarse como materia prima en la industria de los tableros aglomerados de madera, como veremos en el desarrollo de este estudio.

En tal caso, los tableros de aglomerados de madera o reconstituidos, surgen como una alternativa para sustituir el uso de maderas aserradas, que desde mediados del siglo pasado han entrado en un régimen de restricción global por el agotamiento que han sufrido los bosques, y las condiciones medioambientales antes mencionadas.

El siguiente estudio de tesis se centrará en el estudio de los factores que involucran el uso de los aglomerados de madera como una prometedora alternativa para el mejor aprovechamiento de los recursos maderables, y una mayor libertad de diseño en la construcción de mobiliario en los ambientes arquitectónicos dentro de la construcción en Guatemala, ya que es un producto con propiedades muy similares a los de la madera natural, más la ventaja de presentar dimensiones estandarizadas que disminuyen el desperdicio de este recurso.

OBJETIVOS

OBJETIVOS:

- a) Determinar que el uso de los aglomerados de madera constituyen un importante recurso para la fabricación del mobiliario de los ambientes arquitectónicos dentro de la construcción en Guatemala, por la diversidad de técnicas utilizadas en su producción, que permiten el diseño y fabricación de muebles de calidad a precios competitivos.

Objetivos específicos:

- b) Dar a conocer la clasificación de los aglomerados de madera existentes en el mercado nacional y proponer de acuerdo con los diferentes tipos de aglomerado, las aplicaciones apropiadas de uso.
- c) Motivar la utilización de aglomerados de madera, como alternativa ecológica para la preservación del ambiente.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO / CONCEPTUAL / OPERATIVO

CAPÍTULO I

MARCO CONCEPTUAL

Descripción, elementos y formulación del problema. Límites y alcances del trabajo.

Antecedentes del problema

Desde principios del siglo XX, la industria maderera ha invertido respetables sumas de dinero para la investigación técnico - científica, para el mejor aprovechamiento de los productos de la madera. En 1950 los tecnólogos y científicos de estos productos se encontraron de improviso con la escasez de madera y desde entonces el suministro de esta materia prima se ha dificultado debido al aumento del consumo. En las décadas de 1970 y 1980 los tableros de aglomerados de madera se empezaron a desarrollar en un variado y amplio campo de aplicaciones; de tal manera que se pensó como sustituto de la madera maciza en muebles y carpintería, pero hasta que no se consiguió homogenizar sus componentes era imposible pensar en aplicaciones estructurales.

En los últimos tiempos los tableros de aglomerados de madera se han ido abriendo paso como base de cubiertas y de piso, también se han producido tableros con mejores propiedades de reacción al fuego, lo que permite una mayor confianza para su inclusión en el diseño y la construcción de viviendas.

En nuestro medio el principal uso de los tableros de aglomerados de madera se ha destinado casi exclusivamente para la fabricación de muebles; sustituyendo en gran medida a la madera aserrada, con la ventaja de poder escoger entre los diferentes tipos de aglomerados existentes en el mercado guatemalteco, sea por calidad o por razones de economía.

Con el siguiente trabajo de tesis, se pretende demostrar que el uso de los tableros de aglomerado de madera es muy amplio en el campo de la mueblistería, aplicada a los ambientes arquitectónicos.

Importancia del problema

Al hablar de un recurso constructivo como la madera, hay que considerar diversos e importantes factores influyentes respecto a su uso, tales como el factor: socio cultural, técnico constructivo, geo-climático y económico, entre otros; ya que, dicho recurso es uno de los más utilizado por la humanidad para solventar sus más elementales necesidades de vida desde la antigüedad; proveyendo al ser humano no sólo de vivienda, sino de mobiliario de todo tipo; así como también de utensilios de uso doméstico, defensivos, etc.; dichos bienes coadyuvaron en gran manera al mejoramiento de la calidad de vida de los seres humanos. No obstante con el transcurso del tiempo, la sobreexplotación de los recursos forestales hizo de esta materia prima de uso común, un bien escaso, por lo tanto su obtención y su precio se han elevado considerablemente. Asimismo, debido

a dicha sobreexplotación, nuestro ambiente se ha deteriorado y por lo tanto la humanidad padece de los innumerables problemas que la depredación de la madera conlleva.

Actualmente hay que tener presente que la madera es la única materia prima renovable que se utiliza a gran escala y su aprovechamiento racional no daña el medio ambiente; ya que, un bosque de crecimiento ordenado permite el corte periódico de árboles evitando que se extinga o deteriore; por el contrario un bosque que evoluciona libremente, sin intervención competente, acaba con gran cantidad de pies enfermos, viejos y destruidos por rayos, viento, etc., lo que promueve su extinción. Es importante mencionar a manera de ejemplo que en muchos países del hemisferio Norte, la masa forestal ha aumentado cuando se han establecido programas y planes para su aprovechamiento.

Las nuevas tecnologías han tenido un avance significativo en el aprovechamiento de los subproductos de la madera, además de las técnicas de reciclaje que actualmente se promueven en la industria de tableros de aglomerados de madera, la cual está capacitada para volver a utilizar los desperdicios o elementos de madera desechados después de su uso, introduciéndolos de nuevo como productos útiles a bajo costo. Otro aspecto positivo e importante es que gran parte de la industria de aglomerados de madera utiliza como materia prima los productos obtenidos del raleo, poda, etcétera, del manejo cuidadoso de los bosques, que tienen por objeto la preservación y calidad de la masa forestal.

Sabiendo de los beneficios ambientales que la industria maderera impulsa a través de la fabricación de aglomerados de madera, el presente estudio a desarrollar pretende mostrar los múltiples usos que en mueblistería se le puede dar a estos, además de dar a conocer aspectos importantes sobre seguridad durabilidad, resistencia a los riesgos climáticos y beneficios económicos que pueda brindar el uso de estos materiales.

Alcances y Límites del Problema

Alcances:

Este trabajo se extiende hacia los estudiantes que cursan la carrera de Arquitectura, así como también a los arquitectos y profesionales de otras especialidades afines, que se interesen sobre el tema: **El uso de los Aglomerados de Madera en Mobiliario para Ambientes Arquitectónicos dentro de la Construcción en Guatemala**, el cual servirá de guía y consulta a los interesados.

Límites:

La presentación de este trabajo se limita a exponer los tipos de aglomerados existentes en el mercado guatemalteco especialmente aquellos que ofrecen las mayores ventajas por su versatilidad, dimensiones, costo y resistencia a diversos factores de deterioro, dado que, los fabricantes de este tipo de paneles ofrecen calidades y ventajas, las cuales han sido investigadas en relación a su utilización y aplicaciones, en los ambientes arquitectónicos que así lo permitan.

MARCO TEÓRICO

Premisas y postulados teóricos. Conceptos que fundamentan la investigación.

En el ámbito de la construcción en Guatemala día a día se puede observar la presencia de las nuevas tendencias arquitectónicas y de construcción, tanto en la capital como en sus principales ciudades y en casi todas sus cabeceras departamentales donde también se observa un notable avance en infraestructura habitacional, comercial y edificaciones gubernamentales, entre otras. Un alto porcentaje de estas edificaciones son acondicionadas para su funcionamiento con mobiliario específico, cuya tendencia actual es la multifuncionalidad. La madera maciza y la gran variedad de materiales que actualmente existen en el mercado, ofrecen opciones y soluciones a este requerimiento; no obstante los tableros de aglomerados de madera también ofrecen estándares de calidad certificadas por los fabricantes brindando un alto porcentaje de confiabilidad respecto a los usos que pueden dárseles tanto en los ambientes arquitectónicos de vanguardia como los de tipologías conservadoras y/o antiguas. Esto no quiere decir que la elección de otros materiales para dichos fines no sea confiable o no recomendable, ya que también hay que dejar claro que los aglomerados pueden estar en desventaja en ambientes climáticos desfavorables para su uso.

El consumo que a nivel global han tenido los paneles de contrachapado se ha incrementado en las últimas décadas, asimismo se ha registrado un notable desarrollo en la industria de los paneles de fibras, partículas y de virutas orientadas (Oriented Strand Board – OSB por sus siglas en inglés).

El hecho de que estas tres clases de paneles a base de madera se hayan desarrollado simultáneamente es prueba de la enorme demanda de materiales laminados y de que cada uno de ellos tiene una contribución especial que aportar a la satisfacción de las necesidades de construcción y otros usos. El amplio desarrollo de las industrias de paneles de madera se debe a factores económicos y técnicos, que derivaron una diversificación de productos, multiplicando sus aplicaciones, mejorando su calidad y reduciendo su costo, además de haber permitido mejorar en gran medida el aprovechamiento de la madera como materia prima.¹

Este tipo de estudio contribuye a mejorar la comprensión del uso de los paneles de aglomerados de madera, ya que por herencia cultural nos hemos apegado al concepto de que el mueble que no es fabricado en maderas nobles es sinónimo de mala calidad y/o desechable. La consulta de este material tiene como principal finalidad exponer las ventajas y limitaciones de los aglomerados de madera sin descalificar el uso de otros materiales que se utilizan con los mismos fines.

¹ Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO. Tableros contrachapados y otros paneles a base de madera. Pág. 1

MARCO OPERATIVO

Procedimiento a utilizar para reunir y procesar datos correspondientes al contenido de los temas del trabajo.

Recolección de Datos

Los datos correspondientes al tema de estudio se recopilaran a través de los siguientes medios:

- Libros de texto
- Entrevistas con proveedores y fabricantes de aglomerados de madera
- Páginas web sobre el tema (Internet)
- Experiencias del uso de paneles de aglomerados de madera en el ámbito nacional.
- Experiencias personales en el uso de paneles de aglomerados de madera en ambientes arquitectónicos.

Los datos recopilados serán comparados y resumidos para luego ser presentados siguiendo una metodología general de texto con gráficas e ilustraciones y ejemplos de cada uno de los temas de manera que sean comprensibles.

CAPITULO II

LA MADERA

CAPÍTULO II

LA MADERA

Antes de investigar el tema de los aglomerados de madera, para la fabricación de mobiliario en ambientes arquitectónicos, es conveniente mencionar en términos generales, algunas de las más importantes características y propiedades de la madera, como material de origen para su fabricación, ya que, muchas de sus propiedades y características se conservan aún cuando éstas son modificadas por quienes se dedican a esta industria.

La madera es un recurso proveniente de los árboles que crecen en los bosques del planeta y constituye un preciado legado de la naturaleza para la humanidad; actualmente su reproducción y renovación debe ser cuidadosamente administrada de forma racional, consciente y adecuada para preservar todos los bienes que ella provee.

La madera es un material orgánico y por consiguiente es un ser vivo que esta formado por diversos tipos de células especializadas que forman tejidos. Estos tejidos sirven para realizar las funciones biológicas de los árboles; conducir savia, transformar y almacenar los alimentos y por último formar la estructura resistente o portante del árbol.

Los estudios científicos de la madera, la califican como un material complejo, con propiedades y características que dependen no sólo de su composición sino de su constitución; es por esta razón que se describen a continuación dichas propiedades y características.

2.1 COMPOSICIÓN DE LA MADERA

El origen vegetal de la madera, hace de ella un material muy peculiar y diferente a los de origen mineral.

La madera es un polímero compuesto en forma de tubos largos y delgados con extremos ahusados. La pared de las células de la madera está compuesta de celulosa cristalina; los cristales de celulosa se unen entre sí por medio de la lignina, sustancia amorfa compuesta por hidratos de carbono.

La madera es pues, una sustancia fibrosa, organizada, esencialmente heterogénea; sus propiedades y posibilidades de uso son, definitivamente los resultados de los caracteres, composición y organización química de las células que la constituyen.²

² Merrit, Frederick S. Manual del Ingeniero Civil. Tomo I. Pág. 5-31.

Elementos orgánicos de la madera en general:

- Celulosa: 40-50%
- Lignina: 25-30%
- Hemicelulosa: 20-25% (Hidratos de carbono)
- Resina, taninos, grasas: % restante

Estos elementos están compuestos de:

Elementos esenciales (90%)

- Carbono: 46-50%
- Oxígeno: 38-42%
- Hidrógeno: 6%
- Nitrógeno: 1%

Otros elementos (10%)

- Cuerpos simples (fósforo y azufre).
- Compuestos minerales (potasa, Calcio, sodio).³

Análisis de los componentes:

Celulosa

La celulosa es el principal componente estructural de la madera. Sería el equivalente a las armaduras en el hormigón armado.

La celulosa es un polímero lineal, cuya fórmula es $(C_6 H_{10} O_5)_n$ siendo el valor de "n" varios miles de unidades.

Lignina

Podríamos decir que la lignina actúa como impermeabilizante de las cadenas de celulosa (muy hidrófilas) y como aglomerante de las estructuras fibrilares de las células.

Hemicelulosa

Se considera a la hemicelulosa como el agente cementante que mantiene aglomeradas las microfibrillas y evita fisuras cuando las fibras de la madera son sometidas a esfuerzos de torsión, flexión o compresión que actúan sobre ellas.

La hemicelulosa, también es un polímero de fórmula $(C_5 H_8 O_4)_n$ y $(C_6 H_8 O_4)_n$ siendo el valor de "n" de centenares de unidades. Su grado de polimerización es menor que el de la celulosa.⁴

³ Propiedades de la madera. <http://www.geocities.com/cokevilchez/madera.htm> (5/6/2009)

⁴ *Ibíd.*

Estructura macroscópica

Al observar el tronco de un árbol cortado, se puede apreciar que no es un material homogéneo y que está formado por capas continuas sobrepuestas (anillos).

Entre la corteza y la madera hay una capa generatriz, llamada *cambium*, que produce madera hacia el interior y corteza hacia el exterior. En cada período vegetativo se forma una nueva capa o anillo que cubre la anterior.

Entre capa y capa se ven dos zonas diferentes, la que se forma al principio del período vegetativo con células de paredes delgadas y grandes lúmenes denominadas *madera de primavera*, y la formada durante el verano, con células de paredes gruesas y lúmenes pequeños, llamada *madera de verano*.

La diferencia entre estas dos zonas, hace que se facilite distinguir en la sección transversal, una serie de anillos concéntricos llamados anillos de crecimiento, que representan el crecimiento anual, por lo que el número de éstos indica la edad del árbol.⁵

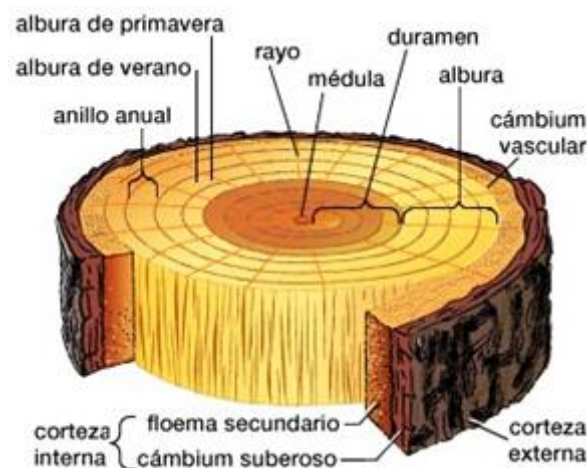


Figura 1. Estructura macroscópica de la madera⁶

Estructura microscópica

⁵ Geocities.com, Op. Cit. Pág. 3

⁶ Imagen www.bosques-naturales.com/actividad_que_mader... (5/6/2009)

La madera está formada por diversos tipos de células especializadas que forman tejidos que sirven para realizar las funciones fundamentales del árbol. La variedad de tipos de células y la forma de unirse, definen la infinidad de especies de madera que existen.

Generalmente las células que conforman la madera son comparadas a un pilar ahuecado de hormigón armado, en el que la lignina hace las veces de hormigón y las microfibrillas de celulosa las del acero.

Estas cualidades hacen de la madera un material resistente y ligero, que compite favorablemente con otros materiales utilizados en la construcción, en relación a resistencia-peso específico.

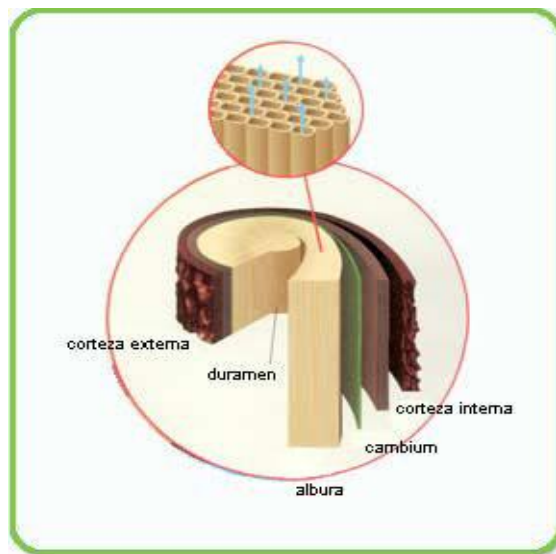


Figura 2. Estructura microscópica de la madera⁷

2.2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA

Anisotropía

"Dado que la madera es un material formado por fibras orientadas en una misma dirección, es un material anisótropo, es decir que ciertas propiedades físicas y mecánicas no son las mismas en todas las direcciones que pasan por un punto determinado, si no que varían en función de la dirección en la que se aplique el esfuerzo. Se consideran tres direcciones principales con características propias:

Dirección axial: Paralela a las fibras y por tanto al eje del árbol. En esta dirección es donde la madera presenta mejores propiedades.

Dirección radial: perpendicular al axial, corta el eje del árbol en el plano transversal y es normal a los anillos de crecimiento aparecidos en la sección recta.

⁷ Imagen. <http://www.papelnet.cl/mader/madera.htm> (5/6/2009)

Dirección tangencial: Localizada también en la sección transversal pero tangente a los anillos de crecimiento o también, normal a la dirección radial.⁸

Humedad

Es la propiedad más importante, pues influye en todas las demás, propiedades físicas, mecánicas, mayor o menor aptitud para su elaboración, estabilidad dimensional y resistencia al ataque de seres vivos.

El agua en la madera, puede estar presente de tres formas diferentes:

Agua de constitución o agua combinada: Forma parte de los compuestos químicos que constituyen la madera. Es un componente de la materia leñosa (de su propia estructura), y no se puede eliminar si no es destruyendo al propio material (o sea quemándola).

Agua de impregnación o de saturación: Se introduce dentro de la pared celular, siendo la causa de la contracción de la madera cuando la pierde (desorción) y de su expansión o hinchamiento cuando la recupera (sorción: retención de agua). Se puede eliminar por calentamiento hasta 100–110° C.

Agua libre: Es la que llena el lumen de las células o tubos (vasos, traqueidas⁹, etc.) y es absorbida por capilaridad. El agua libre no tiene más repercusión que la ocupación física del tejido vascular y por consiguiente no influye en la hinchazón o merma de la madera ni en las propiedades mecánicas.

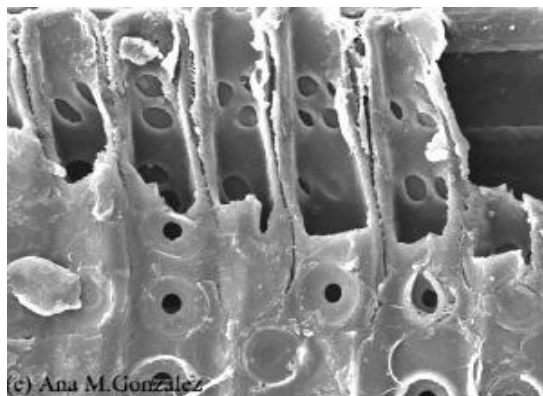


Figura 3. Traqueidas de Pinus sp.¹⁰

El agua de impregnación y el agua libre son las que constituyen la humedad de la madera. La humedad es la cantidad de agua que contiene la madera expresada en % de su peso en estado anhidro o húmedo.

La madera es un material higroscópico, lo cual significa que absorbe o desprende humedad en función del ambiente que le rodea; si las

⁸ Geocities. Com. Op. Cit. Pág. 8. (5/6/2009)

⁹ Las traqueidas y vasos son células que forman parte del sistema vascular de las plantas y su función es la de conducir agua y minerales desde la raíz hasta las hojas.

¹⁰ Imagen <http://fai.unne.edu.ar/biología/im...> (29/6/2009)

condiciones medioambientales varían, lógicamente la humedad de ésta variará.¹¹

El primer tipo de agua que elimina la madera es el agua libre; esta pérdida no afecta sus características físico – mecánicas (varía su densidad aparente).

Al quedar eliminada el agua libre, queda el agua de impregnación de la pared celular (que satura las fibras de la madera) y al disminuir ésta por evaporación o secado de la madera modifica las propiedades físico – mecánicas aumentando la dureza y la resistencia mecánica y disminuyendo el volumen de la pieza de madera como resultado de la disminución del volumen de la pared celular.

En consecuencia la humedad de la madera dependerá de las condiciones higrotérmicas del ambiente. Los valores de temperatura y humedad relativa del aire que corresponden a la madera varían entre 0% a 30% (punto de saturación de las fibras aproximadamente, observándose una mínima variación entre las diferentes especies) y se le da el nombre de "Humedad de Equilibrio Higroscópico". Este punto de saturación de las fibras (P.S.F.), indica la máxima humedad que puede contener la madera sin que exista agua libre; una vez que haya descendido de este punto, la madera no volverá a contener agua libre si no es por inmersión.¹²

Estado de la madera	% de humedad
Madera empapada	Hasta 150% aproximadamente (sumergida en agua)
Madera verde	Hasta un 70% (madera en pie o cortada en monte)
Madera saturada	30% de humedad (sin agua libre, coincide con el P.S.F)
Madera semiseca	30% a 23% (madera aserrada)
Madera comercialmente seca	23% a 18% (durante su estancia en el aire)
Madera secada al aire libre	18% a 13% (a resguardo de la lluvia)
Madera desecada (muy seca)	Menos de 13% (secado natural o en clima seco)
Madera anhidrida	0% en estufa a 103 °C, estado inestable.

Tabla No. 1 Estado de la madera según el % de humedad¹³

¹¹ Geocities.com. Op. Cit. Pág. 8

¹² Geocities.com, Op. Cit. Pág. 10

¹³ Elaboración propia, fuente datos, Geocities.com. pág. 10 y 11. (5/6/2009)

La humedad normal de la madera para ensayos es entre el 12 y el 15%. Actualmente se usa la humedad de equilibrio que se obtiene a una temperatura de 20 °C, con una humedad relativa del 65%, lo que nos da una humedad en la madera de aproximadamente el 12%.

Hinchazón y merma de la madera

Es una de las características que posee la madera que hacen que sus dimensiones varíen al igual que su volumen, cuando su contenido de humedad cambia. Cuando aumenta dicho contenido se hincha, mientras que cuando disminuye se contrae o merma. Estos movimientos sólo tienen lugar cuando su contenido de humedad se encuentra por debajo del punto de saturación de las fibras (P.S.F.), a partir del 30% sólo se produce un aumento de peso y su volumen permanece prácticamente constante.

Punto de saturación de las fibras (P.S.F.)

Éste representa el % de humedad de la madera cuando se ha alcanzado la máxima hinchazón; al disminuir la humedad disminuye el volumen, si por el contrario ésta aumenta el volumen permanece prácticamente constante.

CLASE	Punto Saturación
Bajo	Inferior a 25%
Normal	de 25 a 35%
Elevado	Superior a 35%

Tabla 2. Punto de saturación de las fibras.¹⁴

Homogeneidad

Se dice que una madera es homogénea cuando la estructura y composición de sus fibras es uniforme en cada una de sus partes, por ejemplo: la madera de peral, el manzano, tilo, arce, entre otras.

Hay maderas poco homogéneas, especialmente aquellas con radios medulares muy desarrollados, por ejemplo: la encina y el fresno; otras maderas poco homogéneas son aquellas que tienen anillos anuales de crecimiento con notables diferencias entre la madera de primavera y la de otoño, un ejemplo es el abeto.

Durabilidad

Es una característica variable y dependen de factores tales como: el medio ambiente, la especie, la forma de apeo, las condiciones de la puesta en obra, la forma de secado, las variaciones de la humedad y sequedad, el contacto con el suelo. A mayor densidad mayor duración.

¹⁴ Geocities.com. Op Cit. Pág. 13.

Densidad

Se entiende por densidad de la madera a la relación entre su masa y su volumen, con un contenido de humedad del 12 %. La densidad de las maderas es muy variables, por ejemplo, las coníferas más utilizadas en la construcción tienen una densidad comprendida entre 400 y 550 kg/m³ y las frondosas entre 600 y 700 kg/m³. Según su densidad se pueden clasificar en: muy ligera, ligera, semipesada, pesada y muy pesada.

Dureza

Se define como la resistencia que opone la madera a la penetración de cuerpos extraños como ciertas herramientas, clavos, tornillos, etc. La dureza está relacionada con la densidad y tiene una marcada importancia en su relación con la dificultad de su trabajo ya sea realizado manual o mecánicamente. Las maderas se clasifican como: blandas, semiduras y duras.

Inflamación y combustión

La madera es un material combustible, lo cual puede ser una cualidad si se usa con este fin, pero para su empleo en la construcción, mobiliario o decoración es un defecto.

Las maderas resinosas son muy inflamables, por ejemplo: pino, abeto, sauce, chopo, aliso, entre otras. Se consideran medianamente inflamables el haya, la caoba, el castaño, por ejemplo. Entre las maderas menos inflamables están: la encina, el ébano, el boj, etc.

Con la impregnación de sustancias ignífugas, y la pintura se reducen considerablemente estos riesgos.

2.3 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA

Elasticidad – deformidad

Con carga de bajo peso la madera se deforma de acuerdo con la ley de Hooke, o sea que la deformación es proporcional a las tensiones; cuando los límites sobrepasan la proporcionabilidad de la madera se comporta como un cuerpo plástico, produciéndose una deformación permanente. Si la carga aumenta ocurre la fractura del material.

Flexibilidad

Algunos tipos de madera se distinguen por la capacidad que tienen de ser dobladas o curvadas en sentido longitudinal, sin romperse, recuperando su forma cuando cesa la fuerza que la somete a dicho procedimiento.

La madera es un material que sobrepasa su límite de elasticidad por flexión sin que ocurra rotura inmediata, lo que la hace útil para ser curvada y apta para la fabricación de mobiliario, ruedas, instrumentos musicales,

etc. Actualmente esta propiedad se incrementa, someténdola a tratamientos de vapor. Ejemplo de maderas flexibles son: pino, fresno, abeto, olmo. Las maderas que se consideran duras no son flexibles, por ejemplo la encina y el arce.

Cortadura

En términos madereros la cortadura es la resistencia que la madera opone frente a la acción de una fuerza que tiende a desgajar o cortar la madera en dos partes cuando la dirección del esfuerzo es perpendicular a la dirección de las fibras.

Si la fuerza es mayor en sentido perpendicular a las fibras será cortadura y si es mínima en sentido paralelo a las mismas será desgarramiento o hendibilidad.

Hendibilidad

Una de las características de la madera es su facilidad para hendirse o separarse en el sentido de las fibras. Se puede observar esta propiedad al cortar la madera para hacer leña, en dirección de las fibras se parte en dos fácilmente.

Para realizar uniones de piezas de madera por medio de tornillos, clavos, tarugos o cortes para hacer ensambles, es importante que la madera que se va a usar tenga una gran resistencia a la hienda.

Desgaste

La madera es susceptible al desgaste por rozamiento o erosión. Tener en cuenta la resistencia al desgaste es importante, especialmente en las secciones perpendiculares a la dirección de las fibras; el desgaste es de menor impacto en las tangenciales y mínimo en las radiales.

Resistencia al choque

Es la reacción de la madera ante un impacto. La resistencia es mayor en el sentido axial de las fibras y menor en el transversal o radial.

En la resistencia al choque influyen: el tipo de madera, el tamaño de la pieza, la dirección del impacto con relación a la dirección de las fibras, la densidad, la humedad de la madera entre otros.

Resistencia a la tracción

La madera es un material que se adapta muy bien para trabajar a tracción en la dirección de las fibras, viéndose limitado su uso únicamente por la dificultad de transmitir estos esfuerzos a las piezas, lo cual significa que en las piezas sometidas a tracción los problemas aparecen en las uniones.

Al realizar un esfuerzo de tracción en la dirección axial, el grado de deformación producida será menor que si el esfuerzo es de compresión, sobre todo en lo que respecta a las deformaciones plásticas. Es decir que la rotura de la madera por tracción es considerada como una rotura frágil.

Hay que tener en cuenta ciertos inconvenientes al someter la madera a estos esfuerzos, por ejemplo: en la zona de agarre existen compresiones, taladros, etc., que haría romper las piezas por raja o cortadura lo cual impide aprovechar la notable resistencia a la tracción que posee este material, además los defectos de la madera tales como nudos, inclinación de fibras, humedad y temperatura, afectan la capacidad de tracción de la madera, disminuyendo su resistencia en una proporción mucho mayor que en los esfuerzos de compresión.

La resistencia de la madera a la tracción en dirección a las fibras, se debe a las moléculas de celulosa que constituyen, en parte, la pared celular.

Resistencia a la compresión

Entre factores que influyen la resistencia a la compresión de la madera se encuentra la *humedad*; por debajo del punto de saturación de las fibras (30%) la resistencia a compresión aumenta, al disminuir el grado de humedad entre 8 y 18% la resistencia es constante.

La dirección del esfuerzo tiene mucho que ver en la resistencia a la compresión de la madera. El esfuerzo ejercido en *dirección de las fibras* constituye la máxima resistencia a la compresión, la cual disminuye en la medida que se aleja de esta dirección

La *densidad* es otro de los factores que afectan la resistencia a la compresión, pudiéndose considerar que a mayor densidad de la madera, mayor es su resistencia.

En relación con los *nudos* de la madera, su influencia es menor que en la tracción.

Las maderas con mayor cantidad de lignina como las tropicales resisten mejor la compresión.

Flexión estática

Un ensayo de esta naturaleza, se suele realizar con una viga apoyada por los extremos y con una carga central. En este tipo de esfuerzo, la parte superior trabaja a compresión y el inferior a tracción. La distribución de tensiones en el plano, donde el momento flector es máximo, empieza por tener una deformación bitriangular con el vértice común en la línea neutra. La madera resiste menos a compresión que a flexión, incluso el módulo elástico. A tracción es algo superior al de compresión. Debido a esto, al pasar las tensiones al límite elástico a la compresión, aumenta la deformabilidad en las capas superiores, la curva de distribución de tensiones toma una fórmula parabólica, el eje neutro se desplaza hacia

abajo aumentando las deformaciones y finalmente la pieza se rompe por tracción.¹⁵

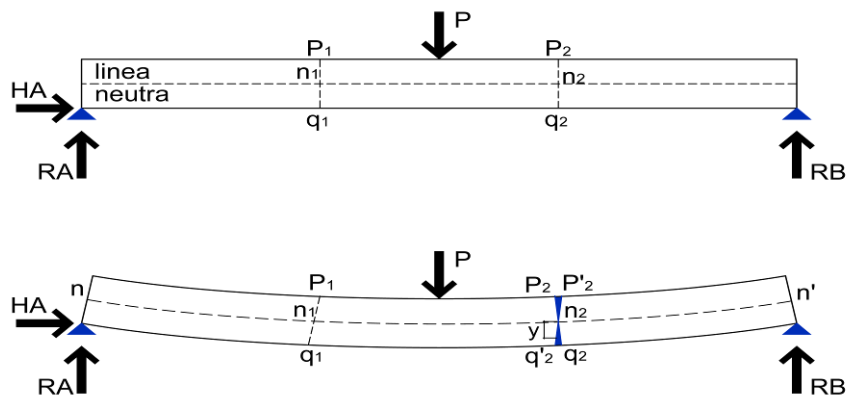


Figura 4. Consideraciones de una viga sometida a flexión.¹⁶

En el plano neutro, cuya intersección con el plano medio (plano de dibujo) constituye la línea neutra $n-n'$; partimos de la hipótesis de Bernouille, corroborada por numerosos ensayos, que dice que: las secciones de la viga tales como (P_1-q_1) y (P_2-q_2) , las cuales antes de la deformación son planas y perpendiculares al eje de la viga, giran, como consecuencia de dicha deformación, manteniéndose planas, hasta quedar perpendiculares a las fibras longitudinales deformadas. De allí se deduce muy fácilmente que los alargamientos y los acortamientos aumentan con la distancia al eje neutro, siendo máximos en los bordes.¹⁷

¹⁵ Geocities.com. Op. Cit. Pág. 23. (26/5/2009)

¹⁶ Resistencia de materiales. <http://franjafadu.com.ar/blog/wp-content/apuntes/arquitectura/estructuras> (26/5/2009)

¹⁷ *Ibíd.*

CAPITULO III

**RESEÑA HISTORICA DE LOS AGLOMERADOS
DE MADERA**

CAPÍTULO III

Reseña histórica de los tableros aglomerados de madera

3.1 Creación y desarrollo de los paneles contrachapados y de aglomerado de madera.

El surgimiento de los tableros de aglomerado de madera, es el resultado de la evolución en la industria maderera en respuesta a la demanda de productos requeridos por las fuentes de suministros de materias primas y al aumento de los costos de la madera natural.

Si bien es cierto, los tableros de madera han tenido un acelerado crecimiento, se debe hacer notar que el tablero contrachapado es el primer intento y acierto para obtener madera técnicamente reconstruida, con el doble propósito de conseguir un producto más homogéneo y a su vez obtener un mejor aprovechamiento de un recurso forestal cada vez más escaso.

La chapa de madera fue utilizada desde la antigüedad por los egipcios en muebles y objetos decorativos, cuyos ejemplos se han encontrado en tumbas antiguas. Uno de los más sorprendentes ejemplos es el de las sandalias reales de Tutankamon de suela de madera, chapadas con maderas nobles, oro y otras incrustaciones ¹⁸



Figura 5. Sandalias reales del Faraon Tutankamon. Las sandalias ilustran imágenes de los prisioneros y rivales del imperio.¹⁹

La evidencia del uso de la chapa de madera también se encuentra representada en los murales egipcios que describen la tecnología del chapado: *con cuchillas muy semejantes a las actuales se cortaba la madera, un caldero de cola sobre el fuego sugiere el empleo de cola animal y vegetal como adhesivo. Finalmente la aplicación de la cola sobre las chapas, su*

¹⁸ Peraza, Fernando. Tableros de Madera de uso Estructural. p. 26

¹⁹ Imágenes www.xlsemanal.com (11/6/ 2009)

colocación sobre el sustrato y la aplicación de presión mediante sacos de arena indicaría el proceso de prensado.²⁰



Preparación de la cola a base de hervir elementos vegetales y animales, corte de la chapa y prensado (con piedras)

Figura 5.a. Fragmento de mural egipcio con la tecnología del chapado.²¹

Existen evidencias del uso del chapado por griegos y romanos, realizado con maderas nobles y taraceas en muebles. En el renacimiento vuelve a surgir el chapado como arte plástico en los *intarsio*²² de los murales y alcanza su máxima expresión en los muebles barrocos del siglo XVIII.

El mayor avance del contrachapado se debió al trabajo de los lutier²³, durante el siglo XII y XIII. Se empleaba en cajas de armonía o tablas de resonancia de grandes instrumentos como pianos o contrabajos, las chapas se encolaban con las fibras en el mismo sentido formando varias capas, utilizándose una chapa de madera noble como acabado.



Figura 6. Credenza barroca²⁴

²⁰ Peraza. Op. Cit. Pág. 25

²¹ *Ibíd.*

²² Intarsio es un vocablo italiano que en español su equivalente es taracea, para indicar tanto el ensamble de maderas nobles como el de piedra de diferentes colores.

²³ El Lutier es la persona que construye instrumentos musicales de cuerdas (violines, violonchelos, guitarras, etc.) entre otros instrumentos, además de repararlos.

²⁴ Imagen. www.chestilesei.it/tutto-sul-mobile/ (11/6/2009).

En el siglo XIX se empleó este mismo sistema, para realizar curvas más decorativas que estructurales. Ebanistas y carpinteros de la época aprovecharon la facilidad del curvado de las chapas para economizar madera sólida y formar, por ejemplo los peldaños de arranque curvos de las escaleras.²⁵

También en la fabricación de vehículos se utilizaron las chapas curvadas en las ballestas (muelles que forman parte del sistema de suspensión) utilizándolas a contra flecha. El primer vehículo donde se utilizó este sistema fue la "berlina" cuyo nombre proviene del lugar de su fabricación: Berlín (Alemania). Tenía en cada rueda ballestas o muelles de seis u ocho láminas de madera. Esta innovación de Felipe Chiezo, se introdujo en Francia en 1662 y luego al resto de Europa; aunque en 1670 se cambiaron los muelles de madera por muelles de acero, en Inglaterra durante el siglo XIX se siguieron utilizando los muelles de madera en una prospera industria de carros que produjo hasta doce modelos diferentes en circulación.

Esta innovación de muelles a base de laminados con chapa de madera se ha mantenido hasta nuestros días en la fabricación de muebles, por ejemplo: los actuales somieres para camas y las butacas de estructura de chapa laminada, en la que dicha estructura actúa como ballesta conformando un sistema de suspensión elástica.

3.2 Producción Industrial del tablero contrachapado (Plywood)

Los adelantos tecnológicos del siglo XIX para obtener la chapa plana a través del desenrollado de los troncos, dio como resultado el producto que conocemos hoy en día como contrachapado o Plywood.

A mediados del siglo XIX, Emanuel Nobel (1801 - 1872) inventor y padre de Alfredo Nobel, inventa la chapa desenrollada con cuchilla sobre un torno, experimentando e investigando paralelamente sobre los beneficios que representaba la yuxtaposición de sucesivas capas finas de madera pegadas entre sí, dándose cuenta que se tornaban más fuertes que la misma sección de madera maciza, por lo que inicialmente pensó que dicho producto tendría una buena aplicación en pisos y cubiertas.

Para 1890 el torno rotatorio evolucionó hacia un nuevo invento: la cuchilla de corte rotatorio, utilizando el mismo principio del sacapuntas, lo cual permitió obtener chapa de desenrollado de manera más rentable. Este producto fue utilizado inicialmente en la fabricación de cajas decorativas y envases, por ser livianos y resistentes.

En 1904 y 1905, se instalan las primeras fábricas de tableros contrachapados en los Estados Unidos (la Paine Lumber Company en Wisconsin y la Portland Manufacturing Company), que produjeron tableros para construcción de puertas y de uso estructural.

²⁵ Peraza, Op. Cit., P. 26



Figura 7. Berlina de gala de la época del Imperio Siglo XIX.²⁶



Figura 8. Berlinas (carruajes) de Sevilla²⁷

²⁶ Imágenes. www.odisea2008.com/2008_10_01.archive.html (11/6/2009)

²⁷ Imagen. www.mirayvuela.com (11/6/2009)

Los investigadores Norteamericanos de la madera experimentaron con diferentes combinaciones de chapas, espesores, especies y adhesivos que finalmente produjeron el tablero "Plywood" cuyo significado es: madera formada por hojas.

En los años siguientes el punto débil de este producto fueron los adhesivos de origen orgánico (animal y vegetal), por lo que las delaminaciones eran frecuentes especialmente por las condiciones climáticas. Fue hasta el período de la Segunda Guerra Mundial que se descubrieron las resinas sintéticas resistentes a la humedad (resina de fenol-formaldehído) lo que causó una verdadera revolución tecnológica.

La industria de los tableros de contrachapado a mediados del Siglo XX fue impulsada por la industria aeronáutica en la fabricación de aviones (Albatros, Yak, Mosquito, Macchi, Lag -3 y el famoso triplano Fokker DR.1 que fue pilotado por el piloto alemán Manfred von Richthof más conocido como El Barón Rojo, entre otros) y la industria del mueble. El desarrollo de hélices de contrachapado constituye una importante relación entre la madera y la aviación.



Figura 9. Albatros alemán. Tiene un fuselaje extremadamente aerodinámico. Lo volaron muchos ases alemanes, incluido el Barón Rojo.²⁸

²⁸ Imagen www.telcom.es/%7Ejcastjr/aviones/antiguos.html (18/5/2009)



Figura 10. Fokker DR.1 (réplica) fue el avión preferido del mítico Barón Rojo. Sus tres pares de alas le proporcionan una excelente sustentación y agilidad, pero su gran resistencia aerodinámica mermaba considerablemente su velocidad.²⁹

El contrachapado también se utilizó en carrocerías de automóviles por sus propiedades de resistencia. El famoso modelo Ford T que se empezó a fabricar en 1908 tenía la carrocería de madera, pero en 1911 se cambió a tablero contrachapado con estructura de madera maciza. Las armazones de algunos automóviles continuaron siendo de madera durante mucho tiempo (hasta los años 50), ya que ésta combinaba resistencia y ligereza, ideal para las funciones de la carrocería, que también era alternada con metal.



Figura 11. Automóvil Ford T M 1910

²⁹ Imagen. www.Wikipedia.org/wiki/Manfred_von_Richthof
(19/5/2009)



Figura 12. Dodge Highlander M 1947

A partir de los años 50 la madera contrachapada se empezó a utilizar en la construcción de viviendas en los Estados Unidos, empleándose principalmente en urbanizaciones destinadas para los veteranos de la Segunda Guerra Mundial.

El empleo del contrachapado en mobiliario tuvo su mayor auge a partir de 1930, utilizándose no sólo en la fabricación de sillas, sino de todo tipo de mobiliario. Charles Eames y su esposa, diseñadores e investigadores de muebles y otros implementos de contrachapados, patentaron una serie de sillas y butacas, además de implementos de uso médico como camillas y cabestrillos para heridos en combate, en la década de los 40. A los Eames les antecedió el arquitecto finlandés Alvar Aalto quién desarrollo en los años 30 perfiles laminados para estructura de sus sillas. Para la famosa butaca Tuoli de uso hospitalario Aalto empleo el contrachapado moldeado tanto para el asiento como para el respaldo. Aalto fue uno de los más proliferos diseñadores de mobiliario, a él se debe el invento de las sillas apilables.³⁰



Figura 13. Muebles Charles Eames. 1948³¹

³⁰ Peraza, Op. Cit., Pág. 30

³¹ Imagen www.steel.com/es/plywood_chair_charles_e... (19/5/2009)



Figura 14. Butaca Tuoli de Alvar Aalto (1931)

A finales de los años 80 decae la producción de madera contrachapada, por el cierre de casi todos los grandes fabricantes del mundo, debido a los problemas de suministro y a las presiones medio ambientales. Actualmente el más grande productor de contrachapado es Indonesia, que dispone de la mayor superficie de bosques tropicales del mundo, después de Brasil.

Los tableros contrachapados o Plywood, han sido utilizados en Guatemala desde hace aproximadamente cincuenta años. Llegaron como productos de importación y actualmente se producen en el país. Actualmente son utilizados en la fabricación de muebles, puertas y revestimientos en general.³²

3.3 Tableros de fibras

Los antecedentes históricos de los tableros de fibra se sitúan al igual que los contrachapados en las antiguas civilizaciones como la egipcia; su origen y desarrollo se encuentra en la utilización del papiro para la fabricación de papel manipulando capas estiradas de la médula de esta planta y ordenándolas en forma transversal, luego se le agregaba agua a esta composición la cual se prensaba y se secaba, posteriormente se tallaba con una pieza de marfil o una concha lisa.

En el año 105 d.C., los chinos obtuvieron por primera vez papel a partir de una pasta vegetal a base de fibras de caña de bambú, morera y otras plantas. Durante 500 años la técnica de la elaboración del papel fue guardada celosamente por lo chinos.

³² Archila Manzo, Henry W. Aprovechamiento de la madera en contrachapado y aglomerados en la industria de puertas y muebles en Guatemala. Pág. 3

En el siglo VI d.C. los japoneses fabricaron un material de construcción para casas y edificios de papel prensado, casi mil años después y bajo este mismo principio los progresos técnicos de los siglos XVIII y XIX permitieron el desarrollo de tableros de fibras y de otros productos derivados. En 1772 un ciudadano inglés obtuvo una patente por la invención de un material a base de pasta de papel destinado a la fabricación de puertas, muebles, carruajes y casas, pero no fue sino hasta cien años después, que se desarrolló el método para la fabricación del primer tablero de fibras como tal.

Finalmente la fabricación industrial de paneles porosos a partir de fibras de madera se desarrolló en Estados Unidos y Canadá. En 1914 Carl G. Muench obtuvo de forma industrial tableros de fibras aislantes, con una masa de fibras de madera húmedas, pasándolas a través de unas mallas móviles, eliminando posteriormente el agua. El éxito de estos tableros porosos radicaba en su eficacia como aislante térmico y acústico; sus limitaciones consistían en que no cubrían grandes superficies murales expuestas a un mayor desgaste.

Nuevas tecnologías fundamentadas en la fabricación del papel (en lo que se refiere al refinamiento de las fibras de madera), fueron puestas en práctica en 1926 por William H. Mason, quien trabajó en el diseño de un equipo (digestor) que permitiera la conversión de astillas de madera en fibras, sin que éstas perdieran su lignina. Al prensar las fibras obtenidas en una prensa de platos calientes se transformaban en láminas duras y rígidas; la lignina contenida en ellas actuaba como amarre o ligante de las mismas. Este producto fue conocido como Masonite, en honor a su descubridor. El nombre Masonite fue durante mucho tiempo sinónimo de tablero duro de fibras. El masonite tuvo inicialmente aplicaciones estructurales en las almas de la viguetas de doble T, posteriormente su uso se orientó al mobiliario y la decoración.³³

Alrededor de los años 50 hacen su aparición los tableros de fibras, obtenidos por el proceso de vía seca, conocidos como tableros de fibra de densidad media MDF (Medium Density Fiberboard por sus siglas en inglés), iniciando su producción a partir del "refinador presurizado", equipo con el cual se obtenían fibras más finas pero con más volumen que las que se obtenían con refinadores que trabajaban a la presión atmosférica. Muchas han sido las contribuciones que investigadores de la industria de la madera han aportado para el mejoramiento de la producción de este tipo de tableros, entre ellos: Sandermann y Kunemeyer (1957), Swiderski (1963) y Lampert (1967), que utilizaron mecanismos para el depósito de las fibras basados en la gravedad o en la utilización de filtros.³⁴

En las últimas décadas del siglo pasado, las industrias de la madera en Guatemala, adquirieron tecnología de punta para fabricar este tipo de tableros, cuyas posibilidades de uso en la mueblistería de ambientes arquitectónicos solamente se limita a la creatividad y al conocimiento de las

³³ Peraza, Op. Cit. Pág. 40

³⁴ Peraza, Op. Cit. Pág. 41

características intrínsecas de este material, que más adelante se explican con mayor detenimiento.

Aunque en Guatemala este tipo de tablero es de uso general en la fabricación de muebles y revestimientos, es en la fabricación de puertas para interiores donde tiene su mayor demanda.³⁵

3.4 Tableros de partículas

Surgen de la idea de aprovechar los materiales de menor calidad, de los residuos de madera o de los productos de reciclaje de la propia industria maderera.

El término partícula se utiliza en oposición a las fibras de madera y a las virutas, quedando definida por su tamaño y finura. La investigación de este tipo de material data también de mediados del siglo XIX hasta bien entrado el siglo XX (1970 y 1980), en que tuvieron lugar dos acontecimientos trascendentales para esta industria, la introducción del proceso de prensado en continuo en sustitución del sistema de prensa de platos múltiples, y el empleo de resinas UF³⁶ como adhesivo le dieron mejor calidad. A partir de entonces el tablero de partículas se empezó a desarrollar en un campo más amplio, variando el tipo y tamaño de la partícula, así como su orientación.

La calidad de los tableros de partículas se ha mejorado notablemente, y su utilización como base de cubiertas de suelos se ha incrementado en los últimos años, así como también el uso de los tableros ignífugos con mejores propiedades de reacción al fuego.

En Guatemala, este material es conocido con nombres comerciales tales como: "Tablex" o "Duropanel" y es utilizado tanto en mueblistería para ambientes arquitectónicos por su variedad de presentaciones (natural, melaminizadas o plastificadas, etc.) como también para revestimiento, cielos falsos, decoración, entre otros.

3.5 Tableros de virutas orientadas OSB

Los tableros de virutas OSB (Oriented Strand Board por sus siglas en inglés), fue diseñado y patentado en Estados Unidos por Armin Elmendorf, en 1965. Este producto se diseñó a base de virutas de madera dispuestas con la fibra cruzada, emulsión parafínica y encoladas con adhesivos fenólicos; la idea era conseguir un tablero con propiedades parecidas a las del tablero contrachapado, pero con elementos de menores dimensiones. La fabricación de este tipo de tableros fue evolucionando en la medida que fue sometido a pruebas e investigaciones, especialmente por la compañía canadiense MacMillan Bloedel Limited que registró este tipo de tablero en 1976.

³⁵ Agexport. <http://export.com.gt> (14/08/2009).

³⁶ Resinas Urea Formaldehído, utilizadas en la fabricación de tableros de partículas.

El éxito del tablero OSB se basó en que era una alternativa más barata que el contrachapado al requerir menor cantidad de adhesivo. Actualmente sus aplicaciones estructurales lo sitúan en un alto porcentaje de ventas frente a otros tableros de usos similares.

En Guatemala se le puede calificar como un material multiusos resistente a la humedad, que se utiliza tanto para obra civil (tabiques, instalaciones provisionales de obra, pasarelas, etc.) como para muebles, decoración, paredes, pisos, techos, montajes, stands, entre otros; entendiéndose que se fabrican varios tipos de tableros OSB, cuyas propiedades se adaptan al uso que se les quiera dar.

CAPITULO IV

**FABRICACIÓN Y PROCEDIMIENTO DE
TABLEROS DE AGLOMERADO DE MADERA**

CAPÍTULO IV

Fabricación y procedimiento de tableros de aglomerado de madera

4.1 Definición de los tableros de aglomerado de madera

El término "tablero de aglomerado de madera", cuya denominación genérica es conocida también como "Panel de aglomerado de madera", se puede definir como un producto en el que prevalecen aspectos dimensionales tales como: la longitud y la anchura sobre el espesor, siendo la madera el principal elemento constitutivo de éste. Esta designación abarca una extensa diversidad de tableros con propiedades y aplicaciones muy variadas.

Tecnología de última generación está siendo utilizada en la fabricación de estos productos, aprovechando todos los residuos de otras industrias madereras (aserraderos, fábricas de muebles, embalajes, etc.), utilizando también los productos obtenidos en las labores silvícolas del cuidado de los bosques (raleo, poda, otros), cuyo objetivo es mejorar la calidad de los mismos, puesto que son la fuente de abastecimiento de materia prima. Esto comprueba los beneficios que aporta esta industria, esforzándose en conservar los valores de equilibrio ecológico del planeta.

4.2 Materias primas

Para la fabricación de los tableros aglomerados de madera básicamente se utilizan: la madera, los adhesivos y los recubrimientos.

La madera que con mayor frecuencia se utiliza en la fabricación de tablero de fibras y de partículas es la de pino, eucalipto y chopo, junto con la incorporación de madera reciclada y subproductos del raleo de los bosques; en el caso de los tableros de virutas, la madera suele provenir de especies de crecimiento rápido (pino y eucalipto) y de otras de menor valor.

Los adhesivos son los que unen los elementos de la madera entre sí para darles consistencia y forma. Actualmente los más utilizados son los de urea formol (para interiores); urea melanina formol o fenol formaldehído (para exteriores), últimamente se están introduciendo los de isocianato, químico con el se que consiguen encolados muy durables y resistentes pero caros.

Para mejorar los beneficios de los adhesivos se les puede añadir aditivos, siendo las ceras los más utilizados, ya que, aumentan la repelencia a la humedad. La adición de productos ignífugos mejoran la resistencia al fuego; la adición de productos insecticidas mejoran sus condiciones frente a insectos xilófagos y finalmente se les puede adicionar productos fungicidas para prevenir la proliferación de hongos.

Los recubrimientos en las caras de los tableros se pueden mejorar, ennoblecer o decorar con otros productos tales como: papel impregnado, plásticos, resinas, metal, chapa decorativa, revestimiento con productos

especiales para tableros en forma líquida, recubrimiento con chapa de madera.³⁷

Fabricación y procedimientos

La fabricación de tableros de aglomerado de madera de mayor uso en Guatemala son los que se describen a continuación.

4.3 Tableros de fibra

Se fabrican a base de fibras de madera provenientes de una amplia gama de materias primas, procedentes de los residuos de la industria maderera, que van desde las maderas de coníferas (pino, abeto, alerce, etc.) hasta las de frondosas densas mixtas (chopo, eucalipto, roble, etc.). Esto no debe interpretarse como que no importa que clase de materia prima de tipo lignocelulósico vaya a utilizarse, ya que la calidad de los productos utilizados en las mezclas, pueden causar variaciones en la resistencia, absorción de agua y color del tablero, por lo que la idoneidad de las materias primas es cuidadosamente seleccionada.³⁸



Figura 15. Fibras de madera

Los tableros de fibras se conocen en el mercado como tableros de MDF (Medium Density Fiberboard) o DM (Densidad Media). Para su fabricación las fibras de madera, son *unidas en seco mediante resinas sintéticas con un prensado de alta frecuencia, con lo cual se obtiene un producto de alta calidad, uniforme, fuerte, compacto, estable, liso por ambas caras y con una homogeneidad total en todo su espesor.*³⁹

³⁷ Peraza. Op. Cit. Págs. 16, 17, 18.

³⁸ FAO. Tableros Contrachapados y otros Paneles de Madera. Pág. 53

³⁹ Archila Manzo, Henry Waldemar. Aprovechamiento de la Madera en Contrachapado y Aglomerados en la Industria de Puertas y Muebles en Guatemala. Pág. 4



Figura 16. Tableros de fibra MDF⁴⁰

El proceso de fabricación de este tipo de tableros inicia con el acopio de la materia prima, que es de una vasta variedad por lo que se procede a seleccionar los materiales aptos para este tipo de tablero, y ha retirar cualquier cuerpo extraño que eventualmente puede dañar el equipo.

Existe una gran variedad de maquinaria para obtener las partículas de forma adecuada tanto para las capas centrales del tablero como para las superficiales; esta maquinaria debe ajustarse a las características de la materia prima a utilizar.

⁴⁰ Imagen http://www.syploc.com/imagenes/aglomerado_desnudo.jpg

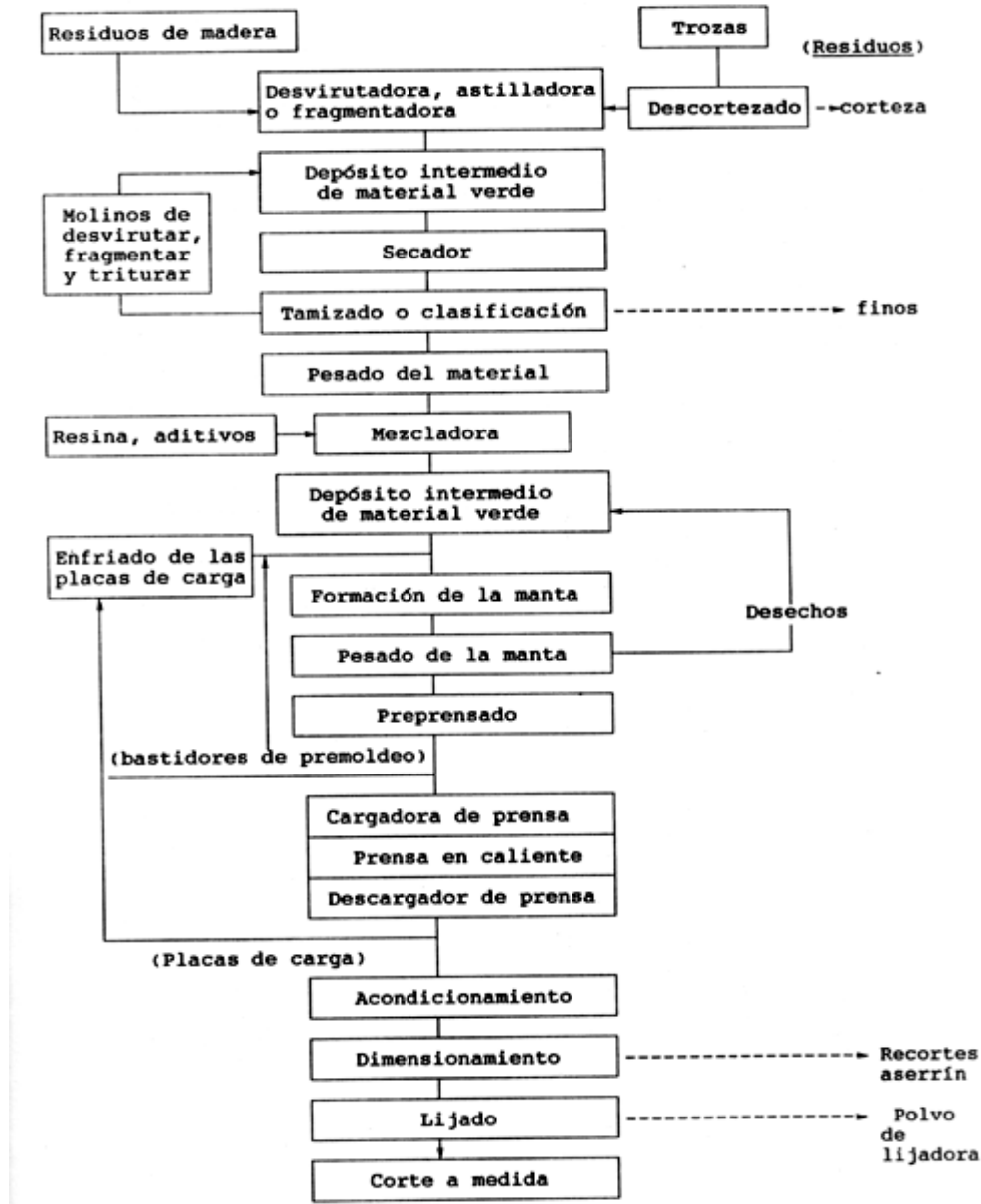


Figura 17: Producción de tableros de fibras y partículas: Flujo análogo de proceso simplificado.⁴¹

Las fibras pasan un proceso de secado y cernido, con un grado de humedad entre 3% y 8%. Luego de este proceso, se inicia la preparación de la mezcla aglutinándola con adhesivos de tipo urea, fenol y formaldehido melanina, junto con otros aditivos para conseguir propiedades de resistencia al fuego, la humedad, etc. Seguidamente se lleva a cabo la formación de la manta que se introduce en el moldeador de forma uniforme desde una tolva de carga; se distribuye y empareja con el peso deseado, dentro de un bastidor que circula en una cinta móvil. El prensado de la manta se hace introduciéndola a una prensa caliente de platos múltiples.

⁴¹ Stone, Robert N., George A. Mc. Swain. Paneles a base de madera. <http://www.fao.org/docrep/T0269S/t0269S05.htm> (2/6/2009).

Independientemente que las prensas puedan ser frías o calientes, la prensa principal siempre se calienta haciendo pasar agua caliente, vapor o aceite a través de los platos para alcanzar temperaturas entre 140 a 200°C.

Finalmente los tableros se extraen de las placas o bandejas, apilándolos y dejándolos enfriar, luego se cortan a medidas estándar (1220 x 2440 mm.) y se lijan. Todos los desechos que este proceso origina se vuelven a reciclar o se utilizan como combustible.

Generalmente los tableros se fabrican con una densidad media de 400 a 800 Kg por metro cúbico.⁴²

Los tableros de MDF por las características antes mencionadas, puede ser un sustituto de la madera natural en algunos casos, ya que no tiene los inconvenientes de ésta (nudos, grietas, alabeos, tensiones, polillas, etc.), aunque su peso específico sea mayor al de otros tableros.

4.4 Tipos de tableros de fibra MDF

Se conocen dos tipos de tableros de fibra: duros y aislantes; los tableros duros MDF, en Guatemala tienen un mayor consumo en el sector de la mueblistería y se consumen en menor cantidad en el sector de la construcción, aunque en Estados Unidos y Europa, son destinados principalmente al revestimiento de exteriores, sub pisos, recubrimiento de paredes, encofrados de hormigón y en la fabricación industrial de muebles. *Los tableros aislantes se emplean principalmente en la construcción, cuando la resistencia estructural, unida al aislamiento térmico y/o acústico y a la economía de aplicación, ambas constituyen requisitos indispensables. Sus usos principales son los entablados y acabado de interiores.*⁴³

Los tableros duros lisos de MDF, pueden ser livianos y ultralivianos y su uso generalmente es en mueblistería, arquitectura de interiores, molduras y molduras de cuadros. En países desarrollados e industrializados el MDF en sus diferentes presentaciones se utiliza en la industria de automóviles, barcos, material ferroviario, en la edificación, aislamiento acústico etc.

Se fabrica también el MDF enchapado, que consiste en un tablero recubierto con chapas de madera, convirtiéndolo así, en un tablero de muchas aplicaciones en lo que se refiere a la fabricación de mobiliario y decoración.

⁴² Stone. Op. Cit. <http://www.fao.org/docrep/T0269S/t0269S05.htm> (2/6/2009)

⁴³ FAO, Op. Cit., Pág. 155.



Figura 18. Paneles decorativos de uso acústico⁴⁴

La variedad de opciones de los tableros de MDF se extiende a los tableros melaminizados, ranurados y decorados, que son utilizados para muebles, puertas, decoración de interiores y para la exhibiciones de diversa índole. Actualmente los tableros de aglomerado pueden ser decorados, esculpidos, texturados, etc., hasta donde la creatividad de los fabricantes quiera llegar.



Figura 19. Molduras y Tableros de MDF

⁴⁴ Imagen www.archiexpo.es/fabricante_arquitectura_desi (5/6/2009)



Figura 20. Tableros ranurados de MDF



Figura 21. Tableros melaminizados de MDF



Figura 22. Tablero MDF esculpido para uso decorativo⁴⁵

⁴⁵ Imágenes www.archiexpo.es/fabricante-arquitectura_desi... (5/6/2009)

Cabe mencionar por su importancia, los tableros de MDF ignífugos, a los cuales se les incluye aditivos ignífugantes en su fabricación que les permiten una mayor resistencia al fuego. Para distinguirlos de otros tableros sin estas propiedades, los fabricantes le añaden tintes de diferentes colores, manteniendo su estabilidad, superficies lisas y demás características. Sus principales aplicaciones son: como complementos arquitectónicos y decorativos en edificaciones cuya función exige mayor seguridad en materia de prevención contra el fuego (edificios públicos, hospitales, hoteles, mobiliario institucional, talleres, stands de exposiciones, etc.) En Guatemala, estos productos suelen venir importados de Estados Unidos, México y países de América del Sur, bajo pedido.

4.5 Tableros de partículas

Para la fabricación de este tipo de tableros se utilizan partículas de madera tales como, las hojuelas, astillas, y virutas, combinadas con resinas sintéticas u otro tipo de adhesivos, pasando por un procedimiento análogo al de la fabricación de tableros de fibras. Las partículas se pueden colocar de manera orientada para darles las propiedades de resistencia a los tableros, tal como se hace con los contrachapados (Plywood).



Figura 23. Tableros de partículas

La preparación de los tableros puede tener de tres a cinco capas con partículas de distinto grueso, colocando las capas con partículas de mayor grosor al centro y las capas con partículas más finas en las caras del tablero. Es de esta forma que se logra una mejor apariencia y resistencia mecánica del producto.

La fabricación de estos tableros tiene como objetivo lograr un producto con características semejantes a la madera maciza, con la ventaja que no sufren alabeos como la madera natural o la contrachapada; pero son menos resistentes a la humedad.

Las industrias de tableros han ido ampliando el tipo de materia prima, incluyendo residuos de menor calidad tales como cortezas, harina de madera (producto del lijado), diferentes especies maderables de coníferas y latifoliadas de diferentes densidades.

Los tableros de partículas se encuentran en el mercado como tableros lisos al natural, chapados, recubiertos con papel plástico o vinil y melanina.

En Guatemala los usos más frecuentes de este tipo de tablero es para muebles transportables y empotrados, tabiques, puertas, cubiertas de pisos, cubiertas de techo, entre otros. En Guatemala ya se produce este tipo de tableros, como veremos más adelante.

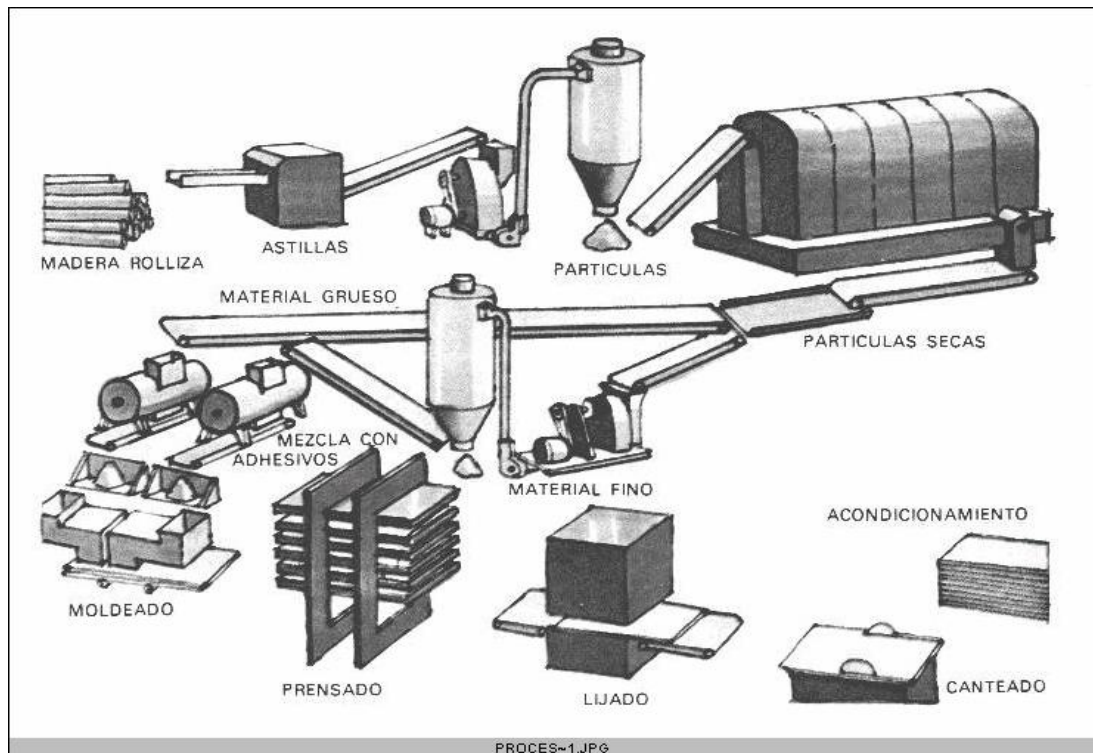


Figura 24. Esquema general del proceso de fabricación de los tableros de partículas.⁴⁶

4.6 Tableros de virutas OSB

Los tableros OSB (Oriented Strand Board), se fabrican con virutas de madera provenientes de especies de crecimiento rápido, las cuales son secadas, cernidas y mezcladas con adhesivos que varían dependiendo de las características y de las propiedades requeridas para la fabricación de los tableros (Urea - formol, Urea - melanina - formol, Fenol - formaldehído), incorporándole además otros aditivos (parafina, insecticidas, fungicidas o ignífugantes) para mejorar su propiedades. Los adhesivos a prueba de agua son los más utilizados en la fabricación del OSB, lo que los hace

⁴⁶ Chan Martín, Mario H, Omar Araujo Molina, Manuel Azueta García, Luis E. Solís Rodríguez. "Tableros de Maderas de Partículas". *Ingeniería Revista Académica*. Volumen 8, número 003. Pág. 45.

resistentes a la intemperie y a la humedad; manteniendo un equilibrio de humedad entre $8 \pm 3\%$.

Las virutas de las capas exteriores del tablero van orientadas y dispuestas paralelamente a lo largo del tablero, las capas interiores generalmente están orientadas perpendicularmente a la dirección de las capas exteriores. El procedimiento genérico es unir estas capas a través de la aplicación de calor y presión con maquinaria automatizada similar a la de otro tipo de tableros.



Figura 25. Tableros OSB

Las principales aplicaciones de los tableros OSB son como material de construcción, destacándose por su resistencia mecánica, rigidez, aislamiento y su capacidad para de asimilar diferentes demandas de carácter arquitectónico.

El tablero OSB en Guatemala tiene pues, una amplia aplicación en el sector construcción de viviendas, en todos los tipos existentes, tales como: base para cubiertas de techo, revestimiento de muros, entrepisos, gradas, vigas doble T, tarimas, forros de techos interiores, etc. Este material también puede ser utilizado en mobiliario, paneles de división, embalajes, entre otros.



Figura 26. Mobiliario fabricado con OSB.

*“Combinando un material clásico como el **cuero** y uno moderno como el **OSB** (tableros de viruta orientada), Adam Rowe han creado este **modelo de sillón** que podemos clasificar como de diseño victoriano moderno”.*⁴⁷

4.7 Otros tableros aglomerados

Existen otros tableros aglomerados parecidos a los tableros aislantes, tableros duros de MDF y los tableros de partículas que por diferencias de fabricación, de uso a que se destinan, de forma que presentan o de importancia que revisten no han sido incluidos en este estudio, no obstante es importante mencionarlos como una referencia que despierte el interés para la realización de otros estudios. Entre dichos productos figuran los siguientes:

Productos a base de madera moldeada por compresión y extrusión.⁴⁸

*Se emplean técnicas, partículas y resinas similares a las que se usan en la producción de los tipos correspondientes de tableros de partículas, pero a fin de que la masa preste mayor fluidez, el porcentaje de resina es mayor. Estos productos presentan mayor afinidad con los plásticos moldeados.*⁴⁹

⁴⁷ Imagen www.AdamRowe (5/6/2009)

⁴⁸ Del lat. Extrudere. Verbo extrudir. 1. tr. Dar forma a una masa, plástica, etc., haciéndola salir por una abertura especialmente dispuesta. Diccionario de la Lengua Española. Vigésima segunda edición. Real Academia Española. www.rae.es/ (10/6/2009)

⁴⁹ FAO, Op. Cit. Pág. 10.



Figura 27. Fabricación de tableros moldeados por compresión y extrusión⁵⁰

Tableros de madera cemento

Estos tableros también son conocidos como tableros de lana de madera; en los Estados Unidos se conocen comercialmente como tableros "Exelsior" y en Europa se fabrican con el nombre de "Herklith". En Guatemala fueron comercializados con el nombre de "Aguilit", actualmente están fuera de mercado en el país, pero en Europa y especialmente en Rusia se siguen produciendo y utilizando. En 1974 se perfecciono el sistema de fabricación apareciendo en el mercado un nuevo tablero denominado "Duripanel" que fue el primer tablero aglomerado con cemento de superficies lisas. Estos tableros se obtienen aplicando presión a partículas de madera aglomeradas con cemento, lo que hace que sean resistentes al fuego y a la humedad.

Su uso más frecuente fue como material aislante de sonido y térmico, así como para cubierta de techos y cielos falsos, muros. En la Municipalidad de Guatemala, aún existe este tipo de cielo falso en el primer nivel de dicho edificio.

⁵⁰ Imagen www.2udeccl/panorama/p569/4htm (10/06/2009)



Figura 28. Casa con estructura de acero y acabados de madera cemento⁵¹

Tableros de Corcho

Los tableros de corcho pueden fabricarse en láminas delgadas y flexibles o de varios centímetros de espesor. Los tableros de corcho son productos de alta calidad, con un amplio mercado debido a propiedades únicas en su género. La existencia de este tipo de materiales con frecuencia se ve limitada por las existencias de materia prima.

La FAO, define a estos tableros de la manera siguiente: *"Tablero fabricado a base de gránulos de corcho aglutinados mediante un adhesivo o bien auto aglomerados por la acción del calor y la presión para formar bloques, aserrándose luego éstos en paneles."*

Tableros Mixtos

Se les denomina como paneles "Sandwich"; comercialmente son conocidos como tableros "thermochip" los cuales se obtienen por combinación de tableros derivados de la madera con una capa central de otro material, que puede ser fibra de vidrio, corcho aglomerado, espumas sintéticas (poliestireno) entre otros, o bien pueden estar formados por una estructura alveolar a base de chapa ondulada o rizada, tablero delgado de fibras, papel o cartón y dos caras formadas generalmente por chapas de madera perpendiculares entre sí y encoladas, o bien tableros OSB hidrófugos, tableros aglomerados chapados, etc.

⁵¹ Imagen arkinetia.blogspot.com/2008/05/balos-herreros...(10/6/2009)



Figura 29. Tableros tipo Sandwich⁵²

Por el grosor que este tipo de tablero puede ofrecer no sólo es efectivo en la construcción de viviendas por su función estructural y de aislamiento, sino también puede utilizarse para muebles que por su diseño requieran de estas características.

La tecnología de la madera seguirá investigando y produciendo cada vez más productos con madera y otros elementos, que permitirán inclusive crear nuevas formas de arquitectura en viviendas, diversas edificaciones y mobiliario, entre otros.

⁵² Imagen generadorprecios.cype.es/fabricantes/thermochip/ (10/6/2009)

CAPITULO V

**PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS
TABLEROS AGLOMERADOS DE MADERA**

CAPÍTULO V

Propiedades físicas y mecánicas de los tableros aglomerados de madera

En este Capítulo se presentan los datos recopilados de la normativa internacional y bibliografía técnica consultada, para los tableros de aglomerados de madera más utilizados en los ambientes arquitectónicos dentro de la construcción en Guatemala, en lo que respecta a propiedades físicas y mecánicas de los mismos.

5.1 Propiedades físicas

Se consideran propiedades físicas de los tableros aglomerados de madera las siguientes:

1. Densidad.
2. Contenido de humedad.
3. Estabilidad dimensional.
4. Resistencia a la humedad.
5. Conductividad térmica.
6. Aislamiento acústico.
7. Contenido de adhesivos

Estas consideraciones se asocian a los tableros aglomerados de madera en sus diferentes tipos y clases, siendo los principales de este estudio los siguientes:

Tableros de fibra de densidad media, MDF.

- MDF tableros de uso general en ambiente seco
- MDF.H tableros de uso general en ambiente húmedo
- MDF.LA tableros estructurales para ambiente seco
- MDF.HLS tableros estructurales para ambiente húmedo

Tableros de partículas.

- P1 tableros de uso general en ambiente seco
- P2 tableros aplicación interior (incluyendo muebles) en ambiente seco
- P3 tableros no estructurales utilizados en ambiente húmedo
- P4 tableros estructurales para uso en ambiente seco
- P5 tableros estructurales para uso en ambiente húmedo
- P6 tableros estructurales de alta prestación/uso a/s*
- P7 tableros estructurales de alta prestación/uso a/h *

*a/s ambiente seco, a/h ambiente húmedo.

Tableros de virutas orientadas OSB.

- OSB/1 tableros de uso general, aplicación interior (incluye mobiliario)
- OSB/2 tableros estructurales para uso en ambiente seco
- OSB/3 tableros estructurales para uso en ambiente húmedo
- OSB/4 tableros estructurales de alta prestación/uso a/h⁵³

5.1.1 Densidad

En los tableros aglomerados de madera, la densidad se refiere a la masa del tablero por unidad de volumen que generalmente se expresa en kilogramos por metro cúbico (Kg/m³).

La norma UNE EN 323 especifica la forma de realizar las mediciones. Las dimensiones de las probetas normalizadas, para determinar posteriormente su volumen, se realizaran con un micrómetro o instrumento similar que tenga una precisión de 0.01 mm para medir el espesor y de 0.1 mm para medir la longitud y la anchura. En la medición de la masa se utilizará una balanza que tenga una precisión de 0.1 gramo. El tamaño habitual de las probetas es de 50 X 50 mm⁵⁴.

Los tableros de fibras de densidad media – MDF, según la norma UNE EN 316, indica que debe ser igual o superior a 450 kg/m³, y la norma UNE EN 622-1 que la tolerancia sobre la densidad media en el interior del tablero será $\pm 7\%$.

En los Tableros de partículas, en la nueva versión de la norma internacional UNE EN 312⁵⁵, únicamente especifica que la tolerancia sobre la densidad media dentro de un tablero debe ser de $\pm 10\%$

En los Tableros de virutas orientadas OSB, la norma UNE 300 no establece densidad mínima, lo único que pide es que la densidad dentro del tablero debe ser $\pm 10\%$. Se recomienda observar que los tableros de virutas orientadas OSB que vayan a ser utilizados en construcción tengan como mínimo una densidad de 650 kgm/m³.

5.1.2 Contenido de Humedad

Se refiera a la concentración o masa de agua que contiene el tablero, el cual se expresa en porcentajes %. Para calcular el contenido de humedad se toma y se pesa una muestra la cual se somete a temperaturas de $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta masa constante, al enfriarse ésta se vuelve a pesar. Se considera que la masa es constante cuando los resultados de dos pesadas

⁵³ Peraza, OP. Cit., Pág. 65, 66.

⁵⁴ *Ibíd.* Pág. 67.

⁵⁵ Las normas internacionales UNE EN utilizadas en Europa corresponden a la norma ISO TC 89, que se usan en los Estados Unidos y Latinoamérica, para tableros de aglomerado de madera. No obstante las informaciones obtenidas indican que las normas UNE EN, son de valor universal.

continuas realizadas en un intervalo de 6 horas no difieren en más del 0.1% del peso inicial de la muestra. (La norma UNE EN 322 detalla el procedimiento de ensayo y los equipos necesarios).

El contenido de humedad establecido en las normas internacionales para cada tipo de tablero de aglomerado de madera en el momento del suministro es el siguiente:

TIPO DE TABLERO	Contenido de Humedad + norma específica
Fibras de densidad media – MDF	4 a 10%
Fibras duros	4 a 9% UNE EN 622-1
Partículas	5 a 13% UNE EN 312
Virutas orientadas	
OSB	UNE EN 300
OSB 1/ OSB 2	2 a 12%
OSB 3/ OSB 4	5 a 12%

Tabla 3. Contenido de humedad en distintos tipos de tableros de aglomerado de madera.⁵⁶

5.1.3 Estabilidad Dimensional

La estabilidad dimensional en los tableros de aglomerados de madera se refiere a los aumentos o disminuciones que se producen en los tableros cuando varían las condiciones ambientales, humedad relativa y temperatura del aire. La comprobación y cálculo de la estabilidad dimensional de los tableros se basa en la norma UNE EN 318, cuyo procedimiento de ensayo consiste en comprobar los cambios dimensionales de las muestras normalizadas sometidas a diferentes condiciones ambientales (20°C y 30%; 20°C y 65%; 20 °C y 85%)

⁵⁶ Peraza. OP. Cit. Pág. 68. (Datos obtenido para la elaboración de esta tabla)

TIPO DE TABLERO	Variación Dimensional (aumento/disminución del 1% del contenido de humedad del tablero)		
	Longitud (%)	anchura (%)	espesor (%)
Fibras de densidad media			
MDF	0.15	0.05	0.7
Partículas seco	0.05	0.05	0.7
Partículas húmedo	0.03	0.04	0.5
Virutas orientadas OSB			
OSB 2 seco	0.03	0.04	0.7
OSB 3 húmedo	0.02	0.03	0.5
OSB 4 húmedo estructural	0.02	0.03	0.5

Tabla 4. Variaciones dimensionales en tableros aglomerados de madera⁵⁷

5.1.4 Resistencia a la humedad

La resistencia a la humedad de los tableros aglomerados de madera, se relaciona directamente con la calidad y durabilidad de los adhesivos y/o resinas sintéticas utilizadas para su fabricación, atendiendo las especificaciones de uso del tablero que pueden ser para exteriores o para ambientes húmedos.

La resistencia a la humedad de los tableros estándar es relativamente baja, por lo que para exteriores y ambientes húmedos hay que elegir tableros que sean adecuados a estas condiciones medioambientales, es decir que tengan incorporación de adhesivos y aditivos en su composición, que los faculte para dicho uso. En Guatemala ya existe en el mercado este tipo de materiales.

En los tableros aglomerados de madera, la resistencia de los adhesivos a la acción del agua se prueba mediante el envejecimiento acelerado, que se menciona a continuación:

En los tableros de partículas, de fibras y de virutas orientadas se realiza una serie de ciclos (inmersión en agua 20 °C, introducción en un congelador frigorífico entre - 12 y - 25 °C, secado de las probetas o - muestras- en una estufa a 70 °C, acondicionamiento, etc.) y posteriormente se evalúa su resistencia a tracción y su hinchazón o su resistencia a flexión, en función del tipo de tablero y del método de ensayo utilizado.⁵⁸

Las condiciones higrotérmicas para utilizar este tipo de tableros nunca debe sobrepasar el 18%. Cuando existe riesgo de contacto directo con agua por salpicaduras, aspersión u otro, se recomienda proteger las superficies con pintura, barnices especiales, papeles melamínicos, etc., ya que el hecho de que un tablero haya mejorado su comportamiento frente a la humedad no lo faculta para que sea expuesto a condiciones extremas sin protección adecuada.

⁵⁷ Peraza. OP. Cit. Pág. 69 (datos obtenido para la elaboración de esta tabla)

⁵⁸ Peraza. Op. Cit. Pág. 70

5.1.5 Conductividad térmica

Para medir la conductividad térmica en tableros aglomerados de madera se utiliza un coeficiente que mide la transmisión de calor y su propagación a toda la masa del material, dicho coeficiente define las kilocalorías que hay que aportar a una pieza de un metro de espesor, para que al termino de una hora, la temperatura de la cara no expuesta al foco calorífico aumente en un grado Celsius. A continuación se exponen los valores del coeficiente de conductividad térmica de los tableros de aglomerados de madera.

TIPO DE TABLERO	DENSIDAD	Coeficiente de conductividad térmica <i>Kal/mh °C = W/ (mK)</i>
Fibras de densidad media - MDF	250	0.05
	400	0.07
	600	0.10
	800	0.14
partículas	900	0.18
	600	0.12
	300	0.07
virutas orientadas OSB	650	0.13

Tabla 5. Conductividad térmica de los tableros aglomerados de madera. Fuente EN 13.986.⁵⁹

Al igual que otros materiales celulósicos los tableros de aglomerados de madera no son buenos conductores del calor debido a la escasez de electrones libres y a su porosidad, por lo que pueden funcionar como aislantes térmicos.

5.1.6 Aislamiento acústico

Para el aislamiento acústico hay que tener en cuenta las siguientes fuentes de sonido: aéreo (vibración de las partículas del medio que se transmite por el aire) y de impacto (golpes en los elementos constructivos: portazos, martillazos, pasos, trepidaciones, oscilaciones etc.).

El aislamiento acústico es la diferencia entre el nivel de intensidad acústica incidente y el nivel de intensidad acústica transmitida. Cada elemento constructivo tiene un aislamiento acústico específico y se evalúa habitualmente mediante dos parámetros:

1. *Absorción acústica:* es la energía extraída del campo acústico cuando la honda sonora incide sobre un objeto determinado.

⁵⁹ Peraza. Op. Cit. Pág. 71

2. *Coefficiente de absorción*: es la relación entre la energía acústica absorbida por un material y la energía acústica incidente sobre dicho material por unidad de superficie.⁶⁰

Para determinar el aislamiento acústico aéreo de los tableros aglomerados de madera, deberá hacerse mediante ensayo de la norma ISO 140 -3, o de acuerdo con fundamentos teóricos usando la siguiente fórmula, válida para un intervalo de frecuencia de 1 a 3 kHz⁶¹ y una masa superficial > 5 Kg/m²

$$R = 13 \cdot 1g (m) + 14$$

Donde: R = pérdida de transmisión del tablero

m = masa superficial en kg/m²⁶²

La tabla que se presenta a continuación indica el aislamiento acústico aéreo de los tableros de aglomerados de madera.

TIPO DE TABLERO	Espesor mm	Decibelios A db A	Decibelios B (db B) Índice reducción de sonido
Contrachapado	30	27	
	6.5	-	20.0*
	18	-	23.8*
	24	-	25.3*
Partículas	10-16	25	
	17-22	26	
	22-30	27	
Fibras de densidad media MDF	10-16	25	
	17-22	27	

*índice de reducción de sonido db (para una frecuencia que oscila entre 100-320 Hz)

Tabla 6. *Aislamiento acústico aéreo de tableros de aglomerado de madera.*
 Fuente: norma EN 13.986 con datos de la bibliografía técnica.⁶³

⁶⁰ Peraza. Op. Cit. Pág. 71

⁶¹ Hz, representa el número de oscilaciones completas que realiza una partícula por unidad de tiempo. Se mide en hertz o hercios, siendo un hertz igual a una oscilación completa por segundo. Las unidades kHz o kilohercios indica miles de ciclos por segundo.

El nivel de intensidad sonora se expresa en decibelios (db), siendo el nivel máximo que el oído humano puede tolerar de 120 db, que corresponden a una intensidad de 10⁻⁴ W/cm² (10⁻¹⁶ W/cm² es el valor que corresponde al umbral de sensación sonora).

Mentor Interactivo. Enciclopedia Temática. Ed. Océano. Págs. 310 y 313.

⁶² Peraza. Op. Cit. Pág. 71

⁶³ Peraza. Op. Cit. Pág. 72

Para determinar el coeficiente de absorción acústica de los tableros de aglomerados se puede recurrir a ensayos de investigación (EN 20.354), o bien utilizar los valores obtenidos en la siguiente tabla:

TIPO DE TABLERO	coeficiente de absorción acústico según rango de frecuencias	
	250 – 500 Hz	1,000 – 2000 Hz
Contrachapados	0.10	0.30
Fibras con densidad <400 kg/m³	0.10	0.30
Fibras con \geq 400 kg/m³	0.10	0.20
Partículas y virutas orientadas – OSB	0.10	0.25

Tabla 7. Coeficiente de absorción acústica en tableros de aglomerados de madera
 Fuente: norma EN 13.986.⁶⁴

5.1.7 Contenido de adhesivos

Las resinas de base urea-formaldehido son utilizadas como aglutinantes en más del 90 por ciento de los tableros de aglomerados de madera. Generalmente se emplean en soluciones de 50 – 60% de ese producto.

Para proteger la calidad del aire en fábricas y en el proceso constructivo con aglomerados de madera, se emplea una mezcla de formaldehido libre de metanol con urea y agua. Esta solución es estable y presenta mejores propiedades para el almacenamiento que las colas líquidas de urea-formaldehido.⁶⁵

Estos productos siguen siendo objeto de investigaciones para su mejoramiento; actualmente resultan ser menos contaminantes del aire e incluso se ha logrado reducir sus tiempos de fraguado. Generalmente el consumo de adhesivos se encuentra entre 2.5 y 10% del peso del tablero.

Para el control de contenido de formaldehido de los tableros existen métodos normados internacionalmente y reconocidos con las clasificaciones siguientes: método del perforador (UNE EN 120), método de cámara (UNE EN 717-1) y método de análisis de gas (UNE EN 717-2). Estas referencias pueden servir para aquellos investigadores que desean profundizar en el tema.

En cumplimiento de las normas y métodos para el control de emisiones y vapores químicos que no dañen la salud (baja emisión de formaldehido) se recomienda observar que los distribuidores y fabricantes de estos productos tengan las siguientes normas y certificaciones:

⁶⁴ Peraza Op. Cit. Pág. 72.

⁶⁵ FAO. Op. Cit. Pág. 90

- E-1 Certificación Europea de no emisión de vapores químicos que dañen la salud (norma DIN EN-120).
- ISO 14001:2004 Sistema de Gestión Ambiental.
- OHSAS 18001:1999 Sistema de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- ISO 9001:2000 Sistema de Gestión de Calidad

En Guatemala, la Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR, ha publicado la “Norma Guatemalteca Recomendada COGUANOR NGR/ISO 900, Segunda Revisión” como referencia de los sistemas de gestión de calidad para el cumplimiento de las normas técnicas nacionales, regionales e internacionales, en el ámbito de la construcción y la Arquitectura entre otros.⁶⁶

5.2 Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de mayor relevancia en el uso de los aglomerados de madera son: la resistencia a la flexión y módulo de elasticidad y la resistencia a compresión y tracción.

En los tableros de virutas orientadas OSB presentan propiedades diferentes dependiendo la dirección ya sea esta paralela a la fibra o perpendicular a la fibra, la cual corresponde a la disposición con las virutas de la cara externa en dirección perpendicular a los apoyos. Estas denominaciones se emplean en las propiedades a compresión tracción y cortante.

5.2.1 Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión define la capacidad de carga admisible que soporta un tablero en condiciones de carga puntual y considerando apoyos en ambos extremos (kg/cm²).

5.2.2 Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción define la capacidad de cohesión interna que tienen las partículas o fibras al interior del tablero, esto permite que el tablero conserve de mejor forma sus características durante el tiempo, ante las diferentes demandas a que el tablero estará sometido.

⁶⁶ Norma Guatemalteca Recomendada. Coguanor.
www.mineco.gob/mineco/calidad/acreditación/coguaiso900.pdf (4/8/2009)

5.2.3 Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión define la capacidad del esfuerzo ejercido en dirección a las fibras (especialmente en los tableros OSB), dependiendo de la densidad del tablero, por lo que se considera que a mayor densidad del tablero mayor es su resistencia.⁶⁷

5.2.4 Normas y especificaciones

Los tableros aglomerados de madera, como ya se ha mencionado anteriormente presentan características adecuadas para su manipulación tanto por su uniformidad de propiedades mecánicas, como por sus superficies perfectamente lisas y homogéneas, sustituyendo con ventaja en muchos casos a la madera natural, ya que carece de grietas, nudos, alabeos, tensiones, ataques de insectos o parásitos, entre otros.

La siguiente tabla presenta especificaciones importantes para los tableros aglomerados de fibras – MDF.

Propiedades del tablero: 3.6 x 1.830 mm	Espesores del Tablero		
	7-8-10-12 mm	15-16-18-19-22 mm	25-30-32-38-40-45 mm
-Densidad (tolerancia +/- 5%)	720 kg/m ²	675 kg/m ²	640 kg/m ²
-Flexión	300 kg/m ²	280 kg/m ²	250 kg/m ²
-Resistencia a la tracción Transversal >=	75 kg/m ²	7 kg/m ²	6.5 kg/m ²
-Resistencia arranque tornillo de dos caras	140 kg/m ²	130 kg/m ²	115 kg/m ²
-Resistencia arranque tornillo en canto		115 kg/m ²	100 kg/m ²
-Módulo de elasticidad	25,000 kg/m ²	25,000 kg/m ²	20,000 kg/m ²
-Contenido de humedad	9%	10%	10%
-Hinchamiento después de 24 h inmersión agua <=	8%	6%	6%
-Absorción después de 24 h inmersión agua <=	22%	16%	16%

Tabla 8. Características físico-mecánicas de tableros de fibras MDF

⁶⁷ Peraza. Op Cit. Págs. 85, 86, 87, .88

La siguiente tabla presenta especificaciones generales importantes para los tableros aglomerados.

Espesores, milímetros, (pulgadas)	Rango de densidad (kg/m ³)	Módulo de ruptura en flexión (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
6.3 (¼)	690-710	190	18,350
9.5 (¾)	680-700	190	19,880
12.7 (½)	650-670	180	18,350
15.8 (5/8)	640-660	170	16,320
17.0	635-645	165	16,320
19.0 (¾)	630-650	160	15,000
24.4 (1)	620-640	150	12,000

Tabla 9. Características físico-mecánicas de los tableros aglomerados

Los valores especificados de las propiedades mecánicas de los tableros aglomerados de madera observan las normas internacionales europeas para tableros aglomerados destinados a la fabricación de muebles (EN 310 y EN 319).⁶⁸

5.2.5 Datos técnicos

Las dimensiones estandarizadas de los tableros aglomerados de madera son las siguientes:

Anchos: 1220 mm (4 pies) \pm 3 mm., 1830 \pm 3 mm.

Largo: 2440 mm (8 pies) \pm 3 mm.

Tolerancia en espesores: 0.4 mm.

Peso aproximado por espesor de tableros de 1220 mm x 2440 mm de fibras MDF:⁶⁹

- de 3 mm 7 kg
- de 5 mm 12 kg
- de 7 mm 16 kg
- de 10 mm 23 kg
- de 16 mm 36 kg
- de 19 mm 43 kg
- de 30 mm 66 kg

⁶⁸ Archila. Op. Cit. Pág. 12

⁶⁹ Tipos de tableros. [http:// www.bricotodo.com/tipos de tableros.htm](http://www.bricotodo.com/tipos_de_tableros.htm)

Peso aproximado por espesor de tableros de 1220 mm x 2440 mm de partículas (tablex/ duropanel)⁷⁰

- de 10 mm 20 kg
- de 16 mm 30 kg
- de 19 mm 35 kg
- de 30 mm 50 kg

Peso aproximado por espesor de tableros de 1220 mm x 2440 mm de virutas orientadas OSB:⁷¹

- de 8 mm 15.8 kg
- de 9.5 mm 20.4 kg
- de 11 mm 22.8 kg
- de 15 mm 30.5 kg
- de 18 mm 36.0 kg

⁷⁰ Tipos de tableros. Op. Cit. Pág. 3

⁷¹ Tableros OSB. www.proyectmetal.cl/imagenes/site/sack.

CAPITULO VI

**USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN
MOBILIARIO PARA AMBIENTES
ARQUITECTÓNICOS**

CAPÍTULO VI

Uso de los tableros aglomerados de madera en mobiliario para ambientes arquitectónicos.

Se han expuesto en los capítulos anteriores el origen, procedimiento de fabricación y aplicaciones de los tableros aglomerados de madera de fibras, partículas y virutas orientadas; así como también sus propiedades, por lo que a continuación se expondrá el modo de empleo de estos materiales en mobiliario para diferentes ambientes arquitectónicos, con diseño y uso específico.

Para este tipo de mobiliario, los materiales antes mencionados se pueden trabajar igual que la madera maciza, siguiendo un procedimiento que permita optimizar su aprovechamiento: modulación, corte, maquinado, ensambles y acabados.

6.1 Modulación

Es recomendable dibujar un plano de las piezas que se desean obtener, acomodándolas para aprovechar al máximo toda la superficie del tablero.

6.2 Corte

La gran ventaja en el corte de los tableros aglomerados de madera es que se pueden trabajar indistintamente con herramientas convencionales en forma manual y/o con los más complejos equipos automatizados y digitalizados; obteniéndose siempre buenos resultados en el corte, terminación, uniones, etc.

6.3 Ensamblés

Para el procedimiento de ensamblaje de las piezas se recomienda buscar los herrajes más adecuados que existan en el mercado nacional, de acuerdo con las necesidades y complejidad de la forma y función de los muebles a realizar.

Para fijar las piezas de aglomerados de madera es aconsejable el uso de tornillos para madera; es recomendable para dicho fin hacer orificios con broca cuyo diámetro sea 50% del diámetro del tornillo y una profundidad máxima de 80% del largo del tornillo. Para trabajos de alto rendimiento se recomienda el uso de tornillos de cuerpo cilíndrico auto penetrantes, tipo Spax, no se debe martillar el tornillo al ser introducido.

Para fijar piezas en el canto es recomendable el uso de tornillos largos y angostos, y si es necesario y el uso del mueble lo amerita se debe utilizar cola de carpintería (cola blanca) en el tornillo o en el orificio lo cual aumenta el agarre en el tablero.

Se logra una mayor eficiencia en las uniones con el encolado (cola blanca o de solución de caucho). Las uniones a tope requieren el uso de herrajes de refuerzo.

No es recomendable el uso de clavos, sin embargo estos se puede usar cuando la uniones requieren menor resistencia, el largo de éstos como mínimo debe tener el doble del espesor del tablero a unir. Preferiblemente deben ser clavos con estrías y al clavarlos debe hacerse con una leve inclinación.

En cuanto al uso de cola para muebles de aglomerados de madera , generalmente se usa la cola blanca o de solución de caucho y se ha logrado comprobar en la práctica, que cuanto más excesiva sean las cantidades de estos materiales menos resistente será el acabado; por lo que se recomienda una aplicación moderada y homogénea de los mismos, procurando expulsar el aire entre soporte y lámina, regulando la presión sobre la pieza, para evitar que la cola sea eliminada totalmente y no se logren los resultados esperados.

Respecto al uso de cola de contacto o de impacto, es necesario aplicarla sobre las dos superficies que se van a unir y se deja secar o evaporar los solventes para luego poner en contacto ambas superficies ejerciendo presión.

Existen varios tipos de colas o adhesivos de uso industrial para muebles en serie, pero los que comúnmente se utilizan en muebles a medida y de diseño y uso específico como los que se presentan en este estudio, son los anteriormente mencionados.

6.4 Acabados

Los acabados en los tableros de aglomerado de madera (MDF, partículas y OSB), por lo general requieren de dos etapas: acabado de las superficies y el acabado de los cantos.

Respecto al acabado de las superficies hay que tener en cuenta el uso que se le va a dar al mueble y el presupuesto disponible, el cual puede adecuarse con creatividad, a una amplia variedad de productos, por ejemplo:

Pinturas: vinílicas, esmaltes, lacas tintes y barnices para dar acabados a divisiones, cielos rasos, muebles, puertas, etc.

Enchapes: chapa de madera (caoba o cedro), laminados decorativos, recubrimientos de PVC, papel tapiz de vinil, entre otros.

Forrados: alfombras sintéticas, pisos cerámicos o de caucho, cuero, recubrimiento plástico (para divisiones), etc.

Para los acabados en los cantos del mobiliario existe una gran variedad de productos que brindan amplitud de alternativas, cuya elección

dependerá del grado de protección requerido para el mueble, por ser áreas de alta vulnerabilidad a los golpes y a la humedad, seguido del aspecto estético que se quiera dar. Los acabados que comúnmente se usan en los cantos son: chapa y molduras de madera, masillas y pintura, perfiles de plástico o metálicos.

Es muy importante tener sumo cuidado al proteger tanto las superficies como los cantos del mobiliario elaborado con tableros aglomerados de madera, especialmente cuando este va a estar expuesto a ambientes húmedos, debiendo mantener un balance en su protección al colocar el acabado por ambas caras, evitando de esta manera el alabeo, principalmente cuando las superficies son de gran formato.

6.5 Planificación

Contacto inicial con el cliente: se conocen las necesidades del proyecto escuchando con atención los planteamientos e inquietudes de la o las personas que solicitan la fabricación del mobiliario para determinados ambientes. Este primer contacto es muy importante porque permite visualizar una oferta que satisfaga las necesidades del proyecto con las cualidades y calidades esperadas por el cliente.

Propuesta: según los acuerdos establecidos con el cliente se hace la propuesta del diseño y materiales a utilizar en el proyecto.

Proyección del diseño: Se procede a rectificar las medidas de los espacios a trabajar y en esa base se proyecta el ambiente o ambientes requeridos, elaborando el diseño y planos tanto de los espacios (planta amueblada) como del o los muebles de forma individual. Cabe mencionar que en un alto porcentaje, de ello dependerá el éxito del proyecto.

Presupuesto: se debe ser muy cuidadoso al fijar un presupuesto, especialmente en lo que se refiere a costo y movimiento de materiales, mano de obra, tiempo de ejecución de la obra, gastos de administración, honorarios, utilidad, impuestos, etc. El presupuesto debe estructurarse de tal forma que no sea totalmente inflexible, sino que permita cierta flexibilidad siempre y cuando no afecte la calidad del producto, porque de ello depende en buena medida el prestigio profesional.

Gestión eficaz del proyecto: para realizar una gestión adecuada del proyecto, es necesario que desde el inicio se disponga en la medida de lo posible, de todos los recursos y materiales necesarios, del personal técnico y de servicio, etc., estimados en el presupuesto para evitar puntos críticos y tiempos muertos y de esta manera poder cumplir con las entregas en el tiempo estipulado. Además se debe gestionar en tiempo correcto las facturas, revisar el estado de los costos y hacer un seguimiento detallado de las actividades y los recursos involucrados. Toda experiencia previa puede ajustar el conocimiento para mejorar los procesos y evitar errores.

6.6 Proyectos para mobiliario en diferentes ambientes arquitectónicos

Se han seleccionado tres proyectos realizados por el autor de este estudio, cuyo mobiliario es un ejemplo representativo del uso de los aglomerados de madera en diferentes ambientes arquitectónicos, los que a continuación se exponen:

6.6.1 Biblioteca del Instituto Austriaco Guatemalteco

Para la realización de este proyecto se contó con un espacio aproximado 450 M², ubicado dentro de las instalaciones de esta institución, destinado para una biblioteca escolar donde habría que planificar y diseñar un mobiliario funcional; así como también distribuir los espacios de las diferentes áreas de trabajo: administración, audiovisuales, computo, consulta, atención infantil y bodega.

Para todas las áreas mencionadas, se diseñó la totalidad del mobiliario, de acuerdo con la función y al tipo de usuarios que en este caso serían estudiantes de preprimaria, primaria, básico y diversificado, por lo que se pensó en un diseño de muebles modulares libres de aristas, de fácil mantenimiento y limpieza y al mismo tiempo de una estética agradable y ergonómica.

Los materiales utilizados para la fabricación del mobiliario antes mencionado, fueron aglomerados de madera de partículas conocidos en el mercado con el nombre comercial: Tablex y Duropanel, entre otros; laminados plásticos (Formica), melamina, cantos de PVC, anclaje a base de tornillos Spax de diferentes medidas.

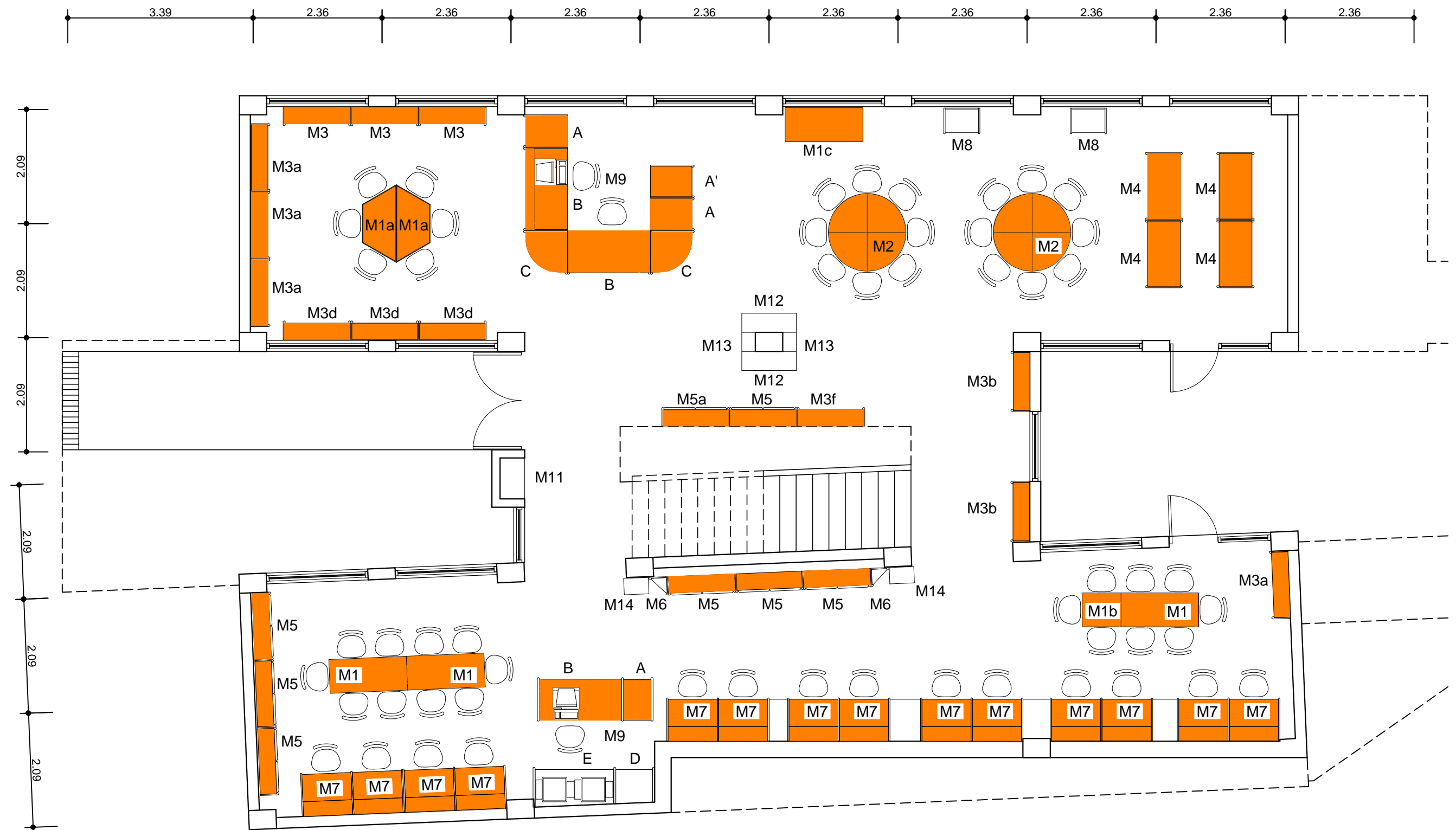
El tipo de muebles fabricado consistió en: mesas rectangulares, mesas redondas compuestas de cuatro unidades modulares, anaqueles para libros y para almacenaje de videos, discos compactos y casetes, mesas para computadoras, escritorio en área administrativa, mueble para televisión y video, entre otros.

En la elaboración del mobiliario se utilizaron diferentes técnicas de fabricación como posformados, forrado con laminados, acabados con cantos de PVC, herrajes metálicos y anclaje con tornillos para madera tipo Spax.

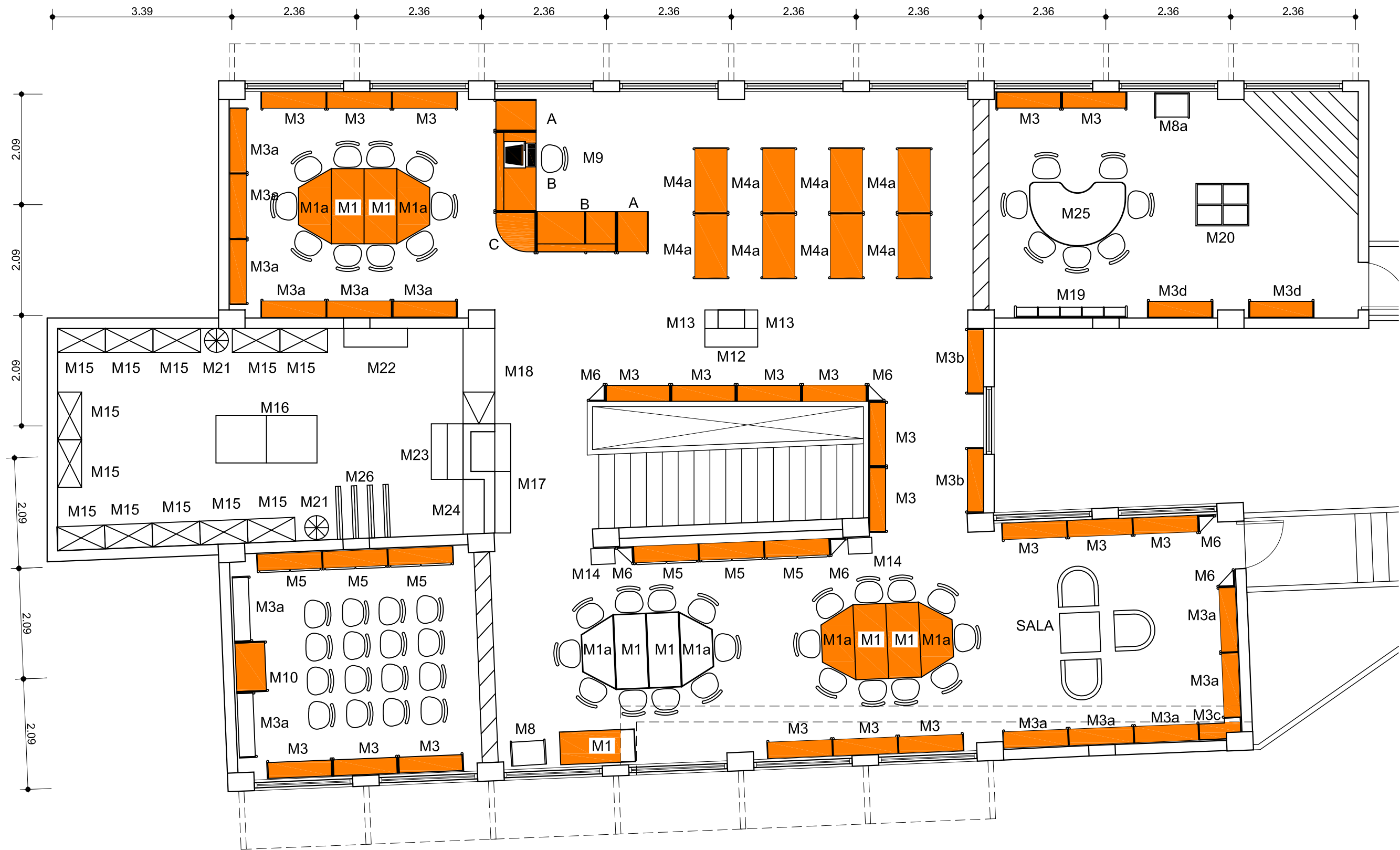
Se elaboraron diferentes tipos de planos, (incluyendo detalles para la fijación de las piezas), los cuales se adjuntan en el orden siguiente:

- A-1/11 Planta ubicación de muebles primer nivel
- A-2/11 Planta ubicación de muebles segundo nivel
- A-3/11 Detalle mesa típica
- A-4/11 Detalle mesa redonda
- A-5/11 Anaquel
- A-6/11 Anaquel doble
- A-7/11 Anaquel para videos, CD y casetes
- A-8/11 Mesa para computadora
- A-9/11 Escritorio para circulación y préstamo de libros

A-10/11 Detalle típico armado de entrepaños
A-11/11 Mueble para televisión y video



PLANTA UBICACIÓN DE MUEBLES PRIMER NIVEL
 ESC. 1:75

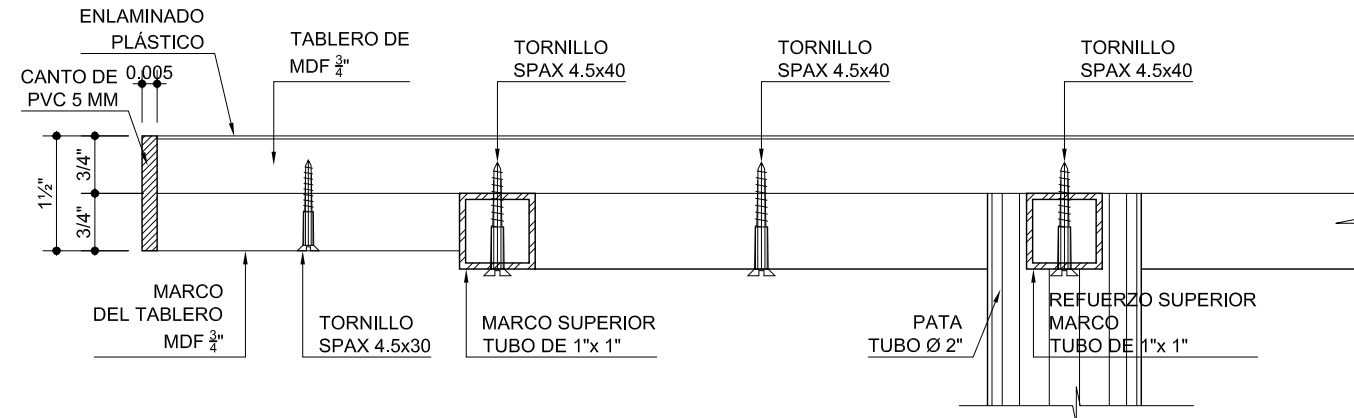


PLANTA UBICACIÓN DE MUEBLES SEGUNDO NIVEL

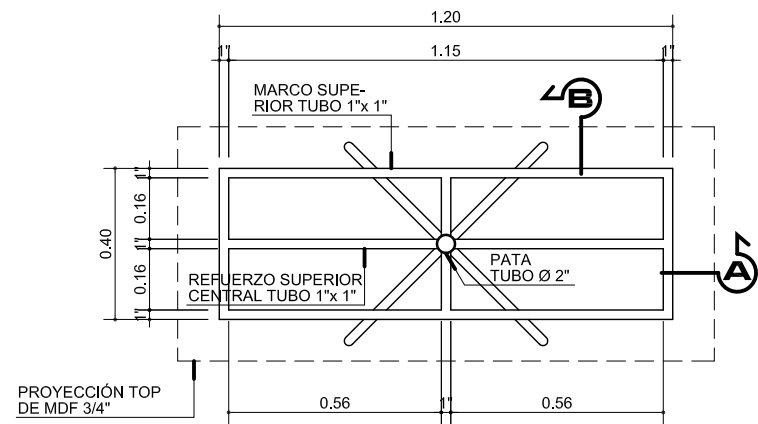
ESC. 1:75



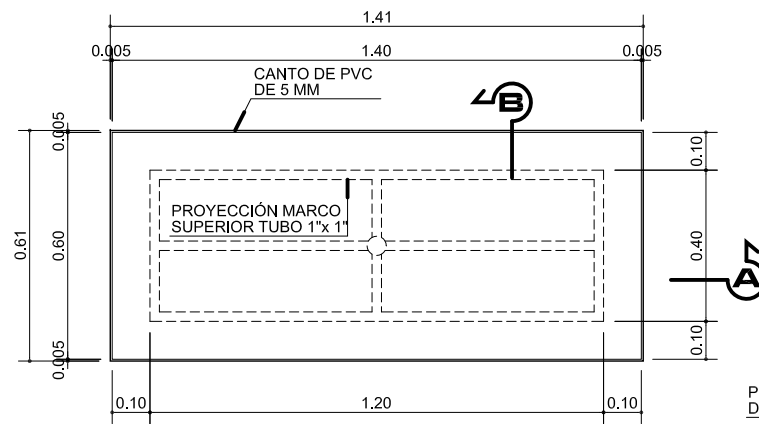
VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS



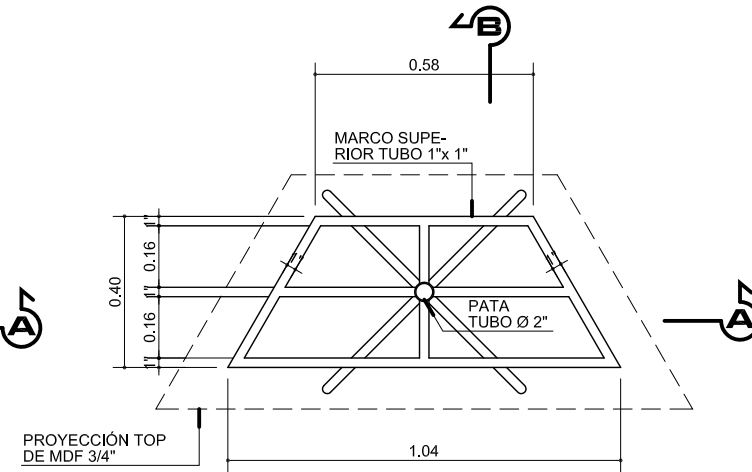
DETALLE 1
ESC. 1:2.5



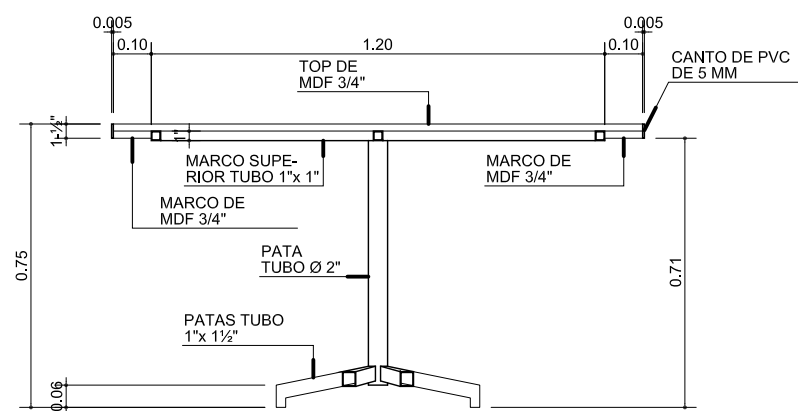
PLANTA ESTRUCTURA MESA



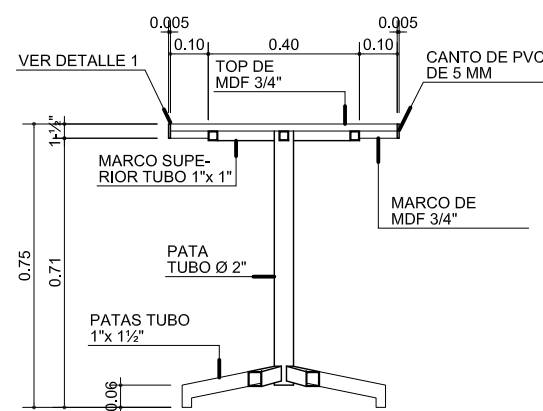
PLANTA TOP MESA



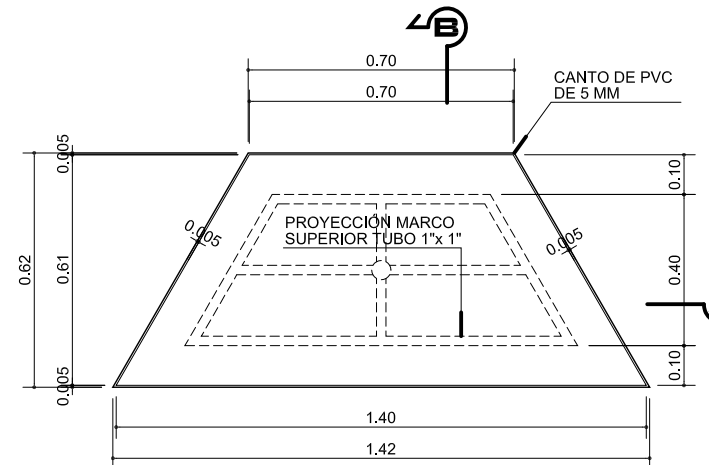
PLANTA ESTRUCTURA MESA



SECCIÓN A



SECCIÓN B



PLANTA TOP MESA



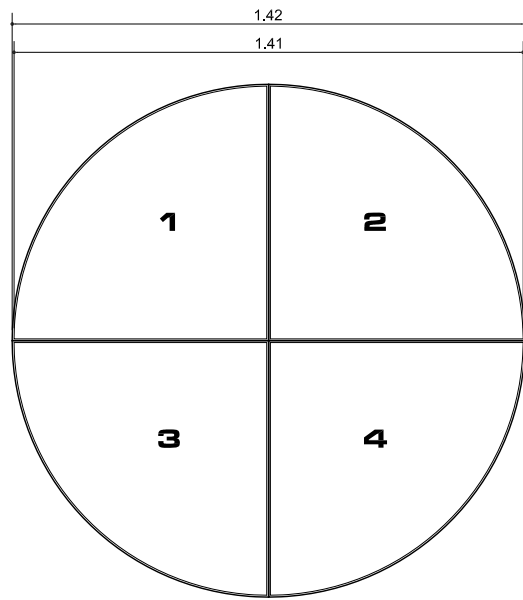
SEGUNDO NIVEL

PRIMER NIVEL

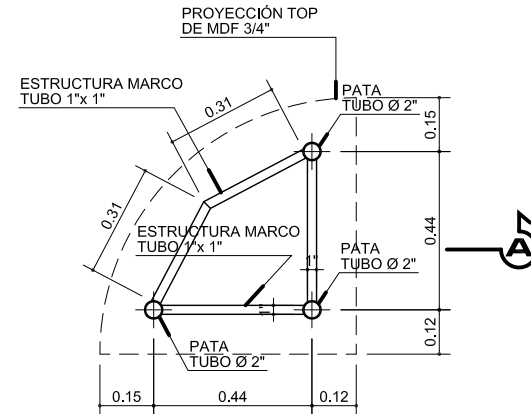
DETALLE MESA TÍPICA - M1

ESC. 1:20

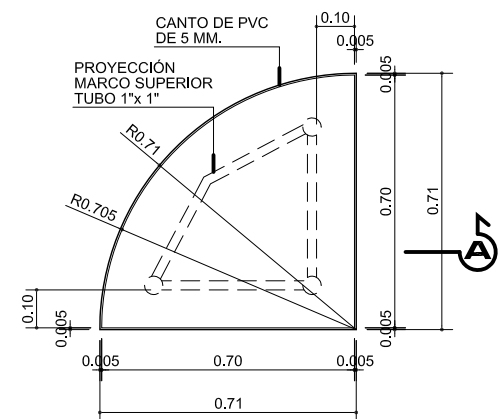
DETALLE MESA -M1a



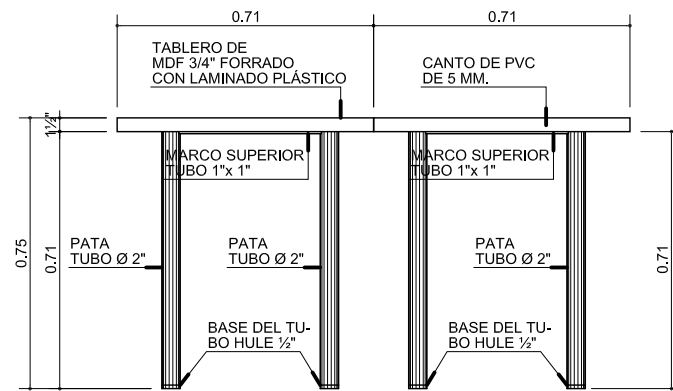
PLANTA MESA 4 UNIDADES



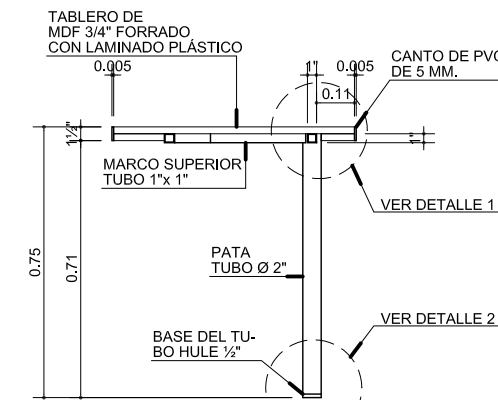
PLANTA ESTRUCTURA 1 UNIDAD



PLANTA TOP 1 UNIDAD



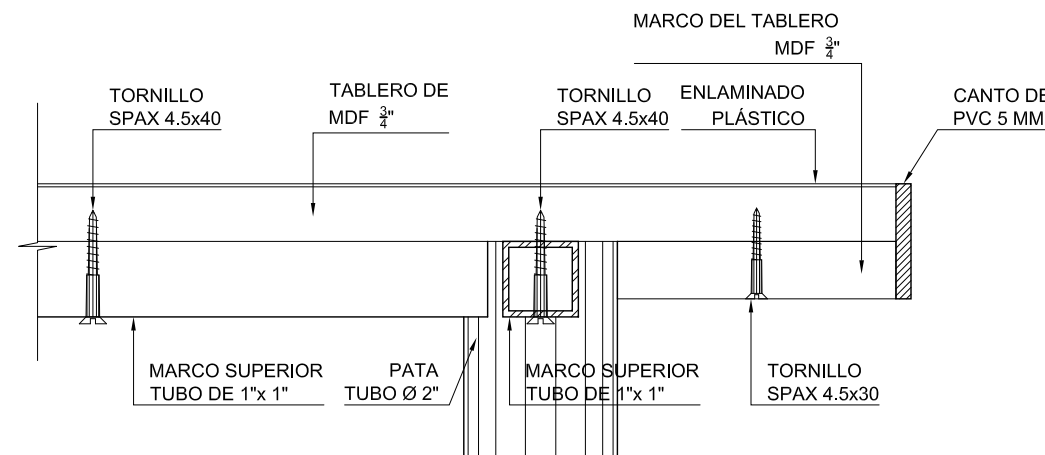
ELEVACIÓN



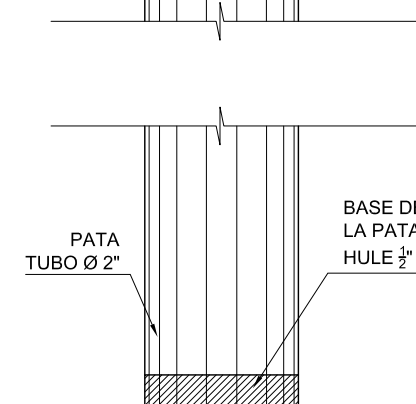
SECCIÓN A



VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS



DETALLE 1
ESC. 1:2.5

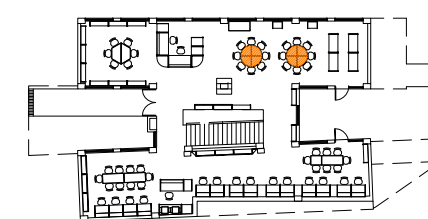


DETALLE 2
ESC. 1:2.5

A
4 11



SEGUNDO NIVEL



PRIMER NIVEL

DETALLE MESA REDONDA -M2

ESC. 1:20

Biblioteca "COLEGIO AUSTRIACO"

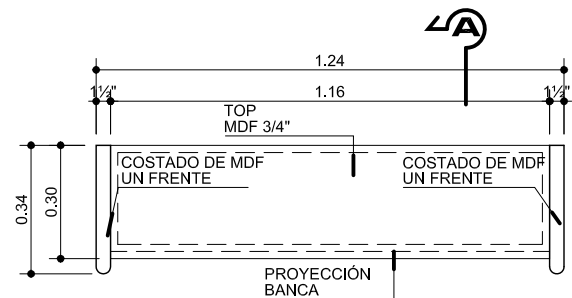
EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA



VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS

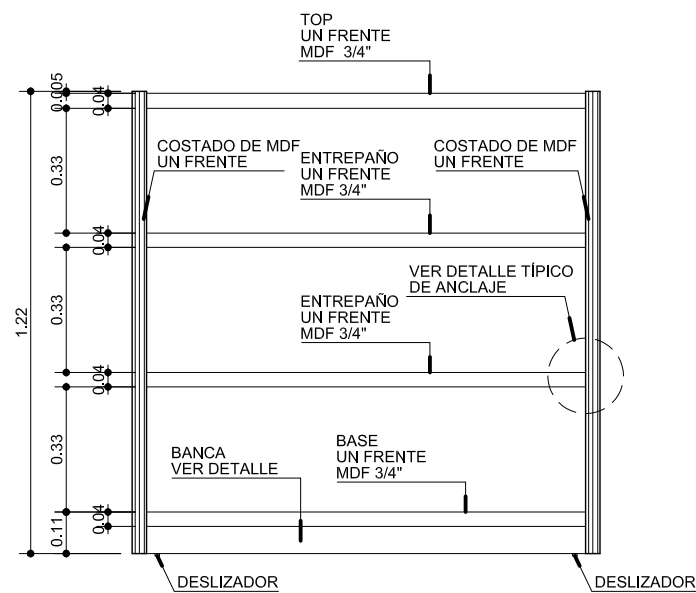


VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS

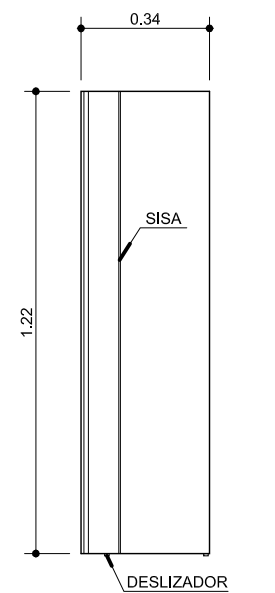


PLANTA

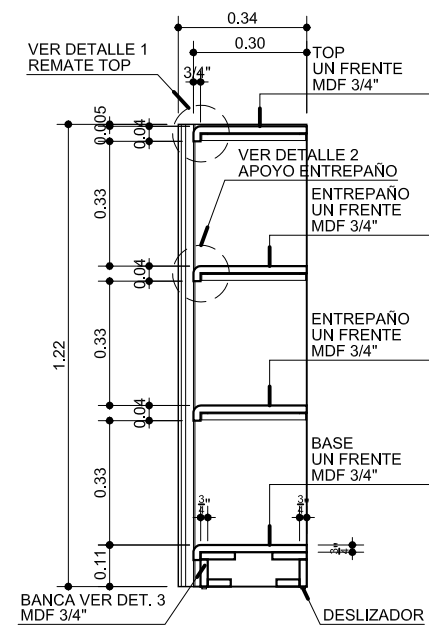
NOTA:
VER DETALLES TÍPICOS DE
ARMADO DE ENTREPAÑOS,
COSTADOS DE MDF
Y BANCA EN HOJAS DE
DETALLES TÍPICOS



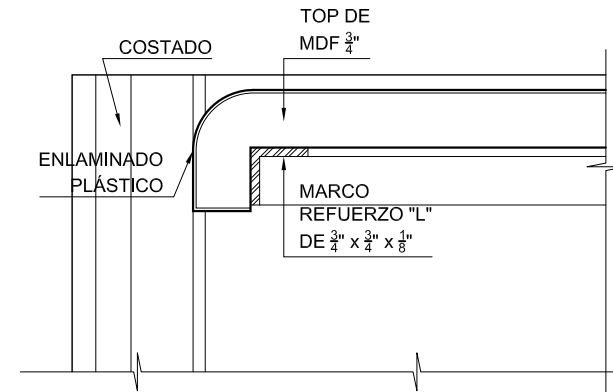
ELEVACIÓN



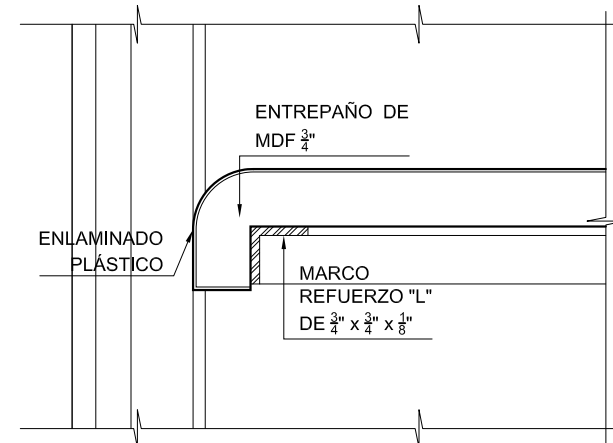
ELEVACIÓN LATERAL



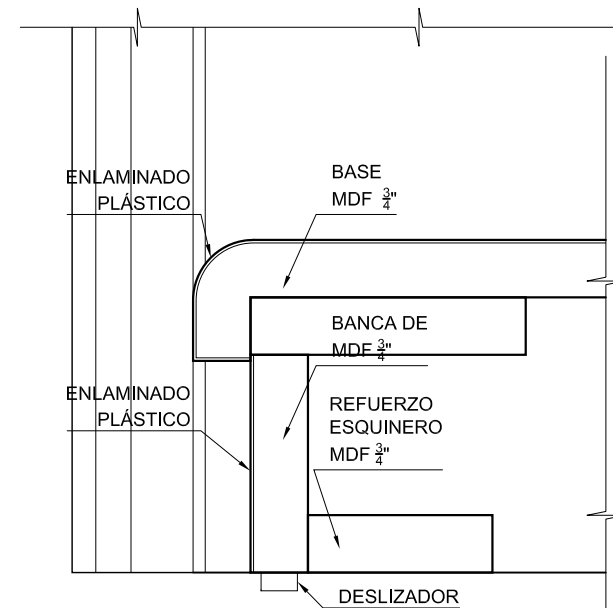
SECCIÓN A



DETALLE 1
ESC. 1:2.5



DETALLE 2
ESC. 1:2.5



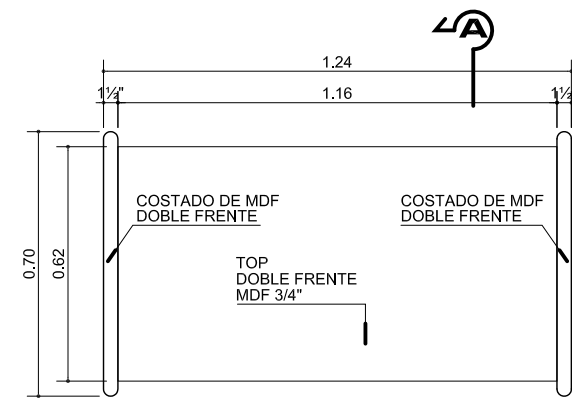
DETALLE 3
ESC. 1:2.5



ANAQUEL - M3
ESC. 1:20

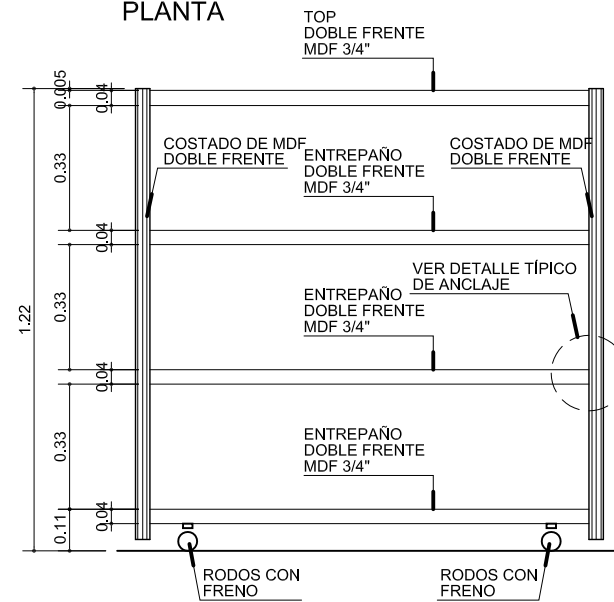


VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS

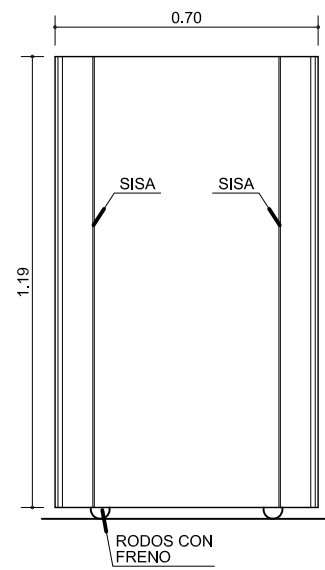


PLANTA

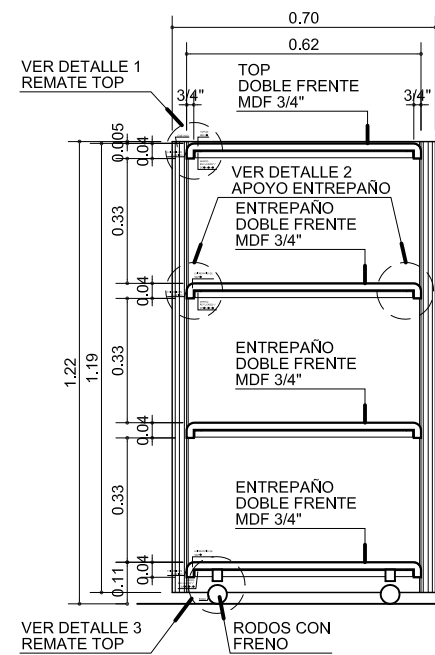
NOTA:
VER DETALLES TÍPICOS DE
ARMADO DE ENTREPAÑOS,
COSTADOS DE MDF
EN HOJAS DE
DETALLES TÍPICOS



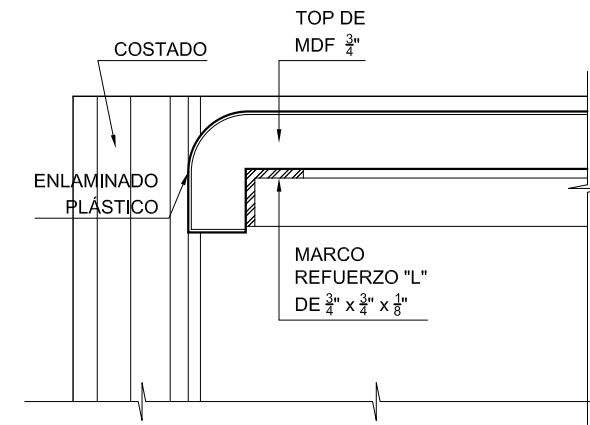
ELEVACIÓN



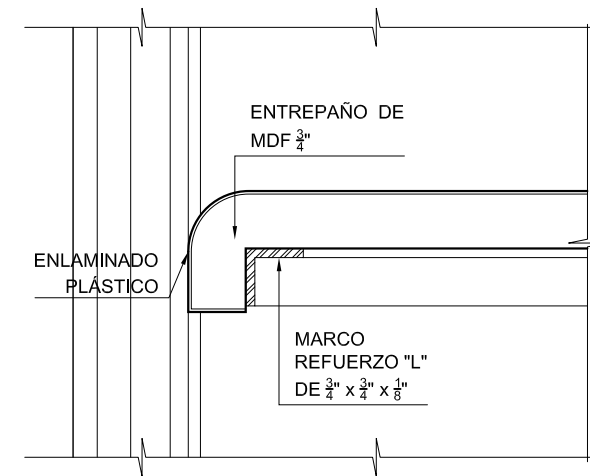
ELEVACIÓN LATERAL



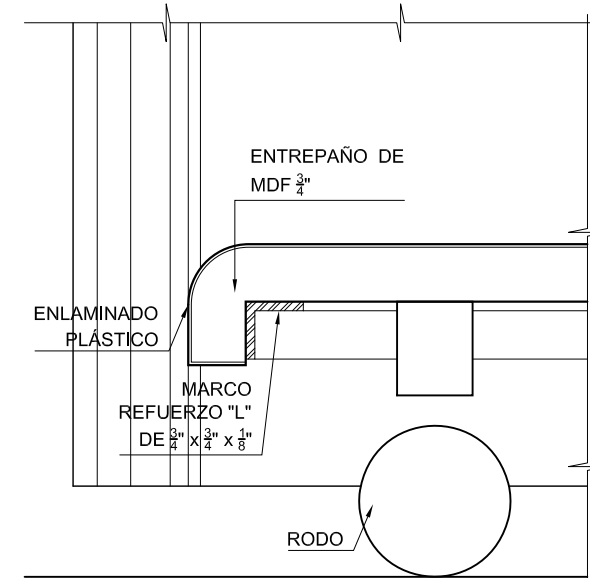
SECCIÓN A



DETALLE 1
ESC. 1:2.5



DETALLE 2
ESC. 1:2.5



DETALLE 3
ESC. 1:2.5

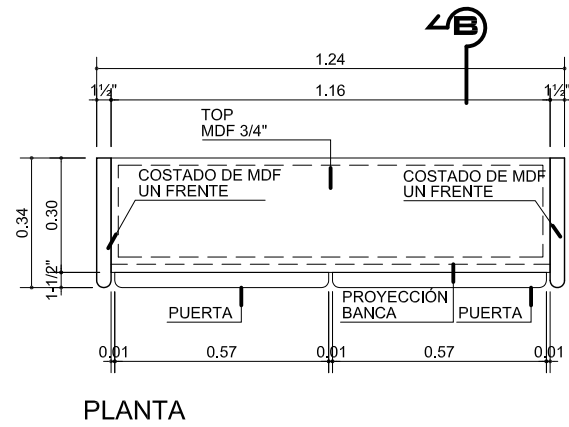


ANAQUEL DOBLE -M4

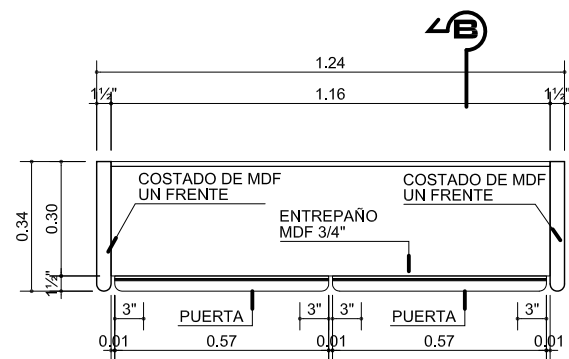
ESC. 1:20

Biblioteca "COLEGIO AUSTRIACO"

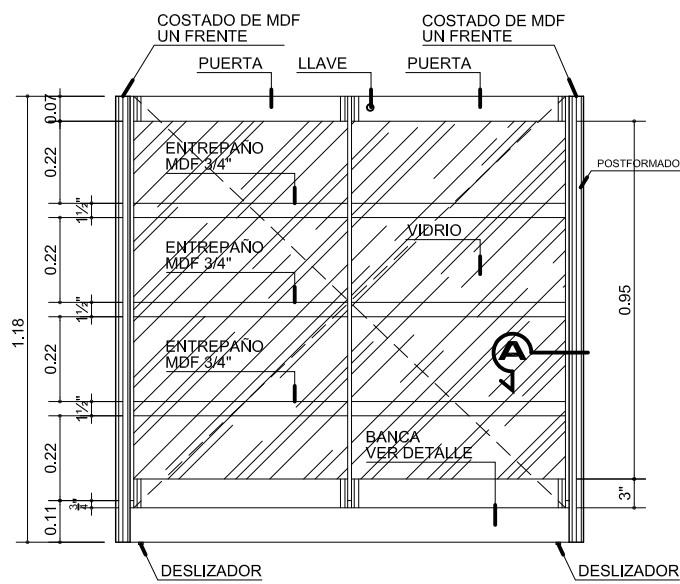
EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA



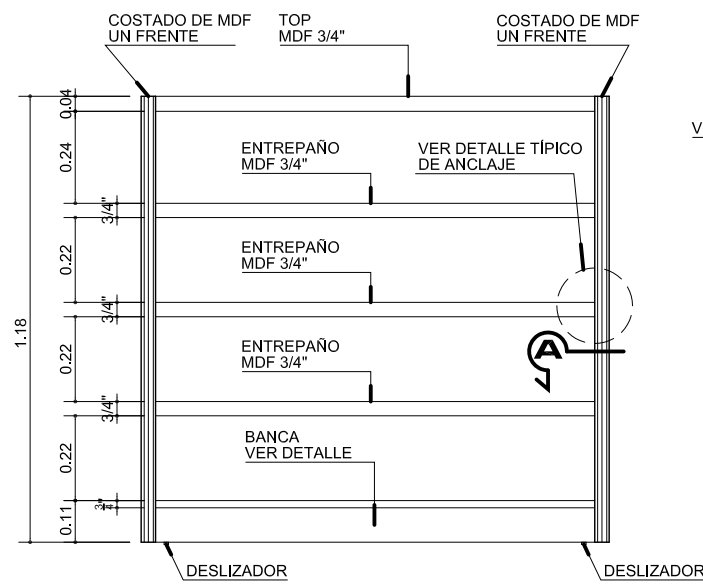
PLANTA



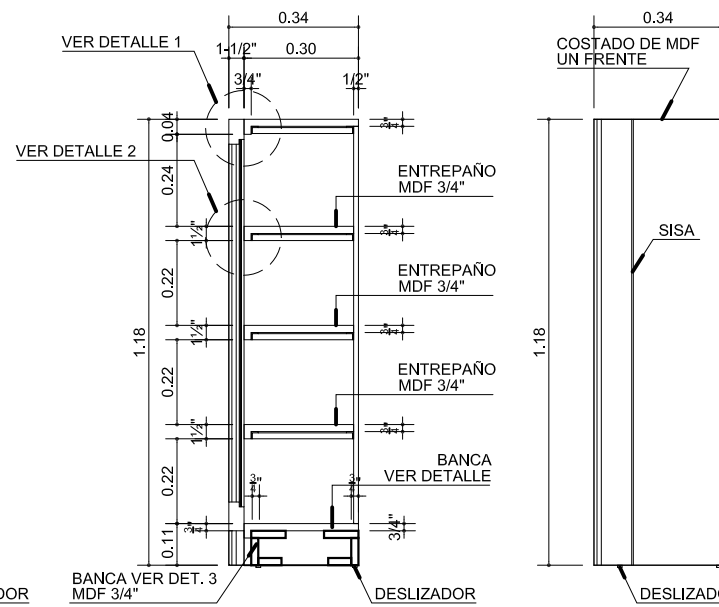
SECCIÓN A



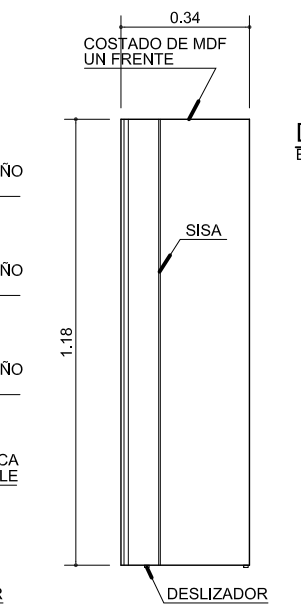
ELEVACIÓN



ELEVACIÓN INTERIOR



SECCIÓN B



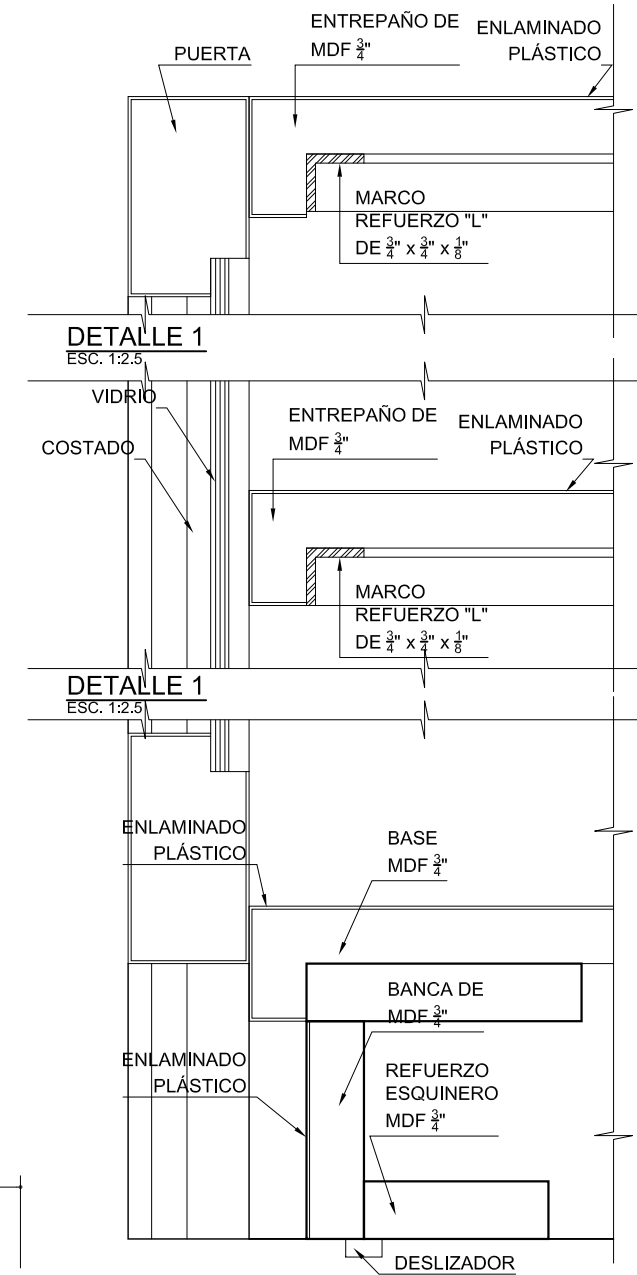
ELEVACIÓN LATERAL

ESCALA 1:20

NOTA:
VER DETALLES TÍPICOS DE
ARMADO DE ENTREPAÑOS,
COSTADOS DE MDF
Y BANCA EN HOJAS DE
DETALLES TÍPICOS



VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS



DETALLE 1

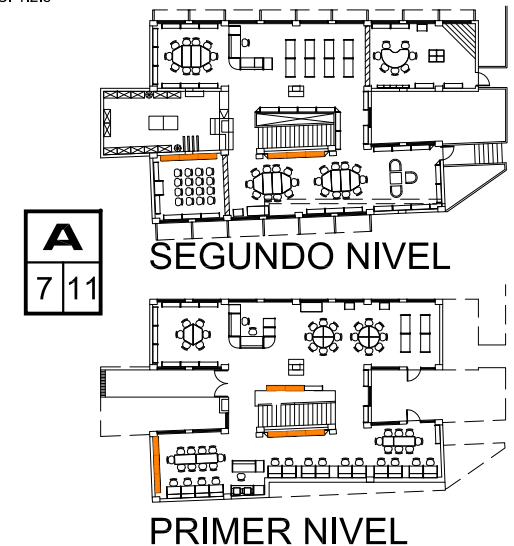
ESC. 1:2.5

DETALLE 1

ESC. 1:2.5

DETALLE 1

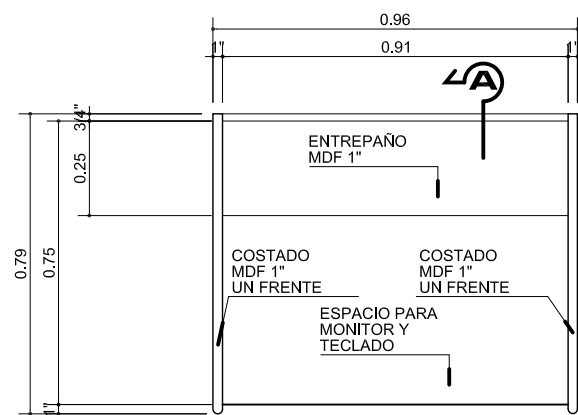
ESC. 1:2.5



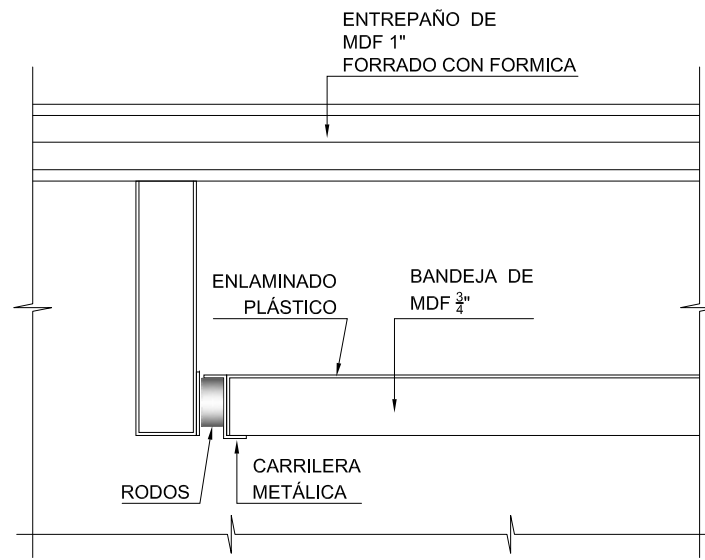
ANAQUEL PARA VIDEOS, CDS, Y CASSETES -M5

Biblioteca "COLEGIO AUSTRIACO"

EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA



PLANTA

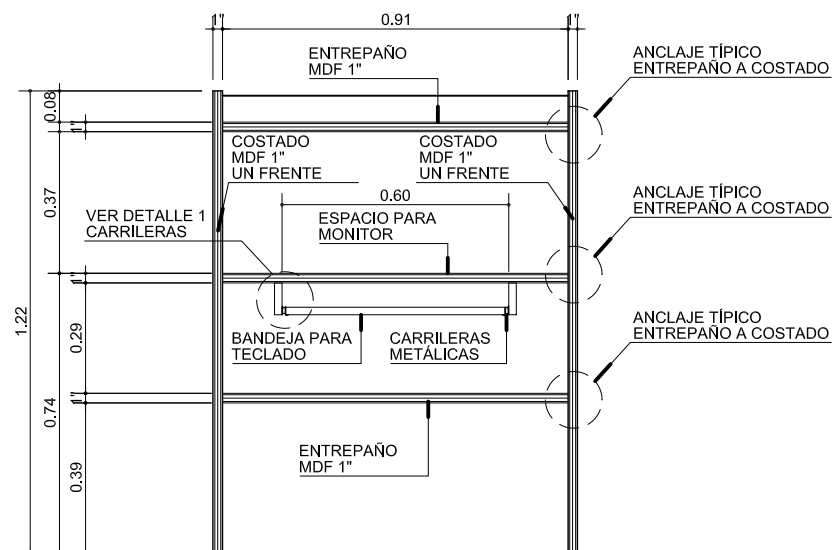


DETALLE 1
ESC. 1:2.5

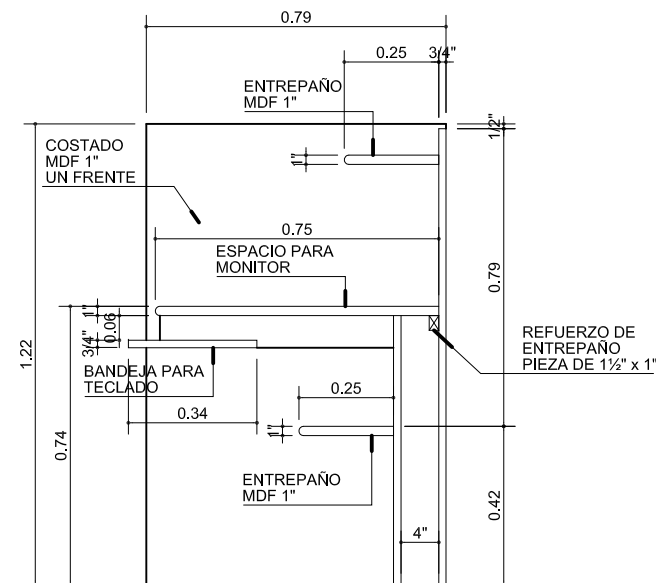
NOTA:
VER DETALLES TÍPICOS DE
ARMADO DE ENTREPAÑOS,
COSTADOS DE MDF
Y ANCLAJES EN HOJAS DE
DETALLES TÍPICOS



VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS



ELEVACIÓN

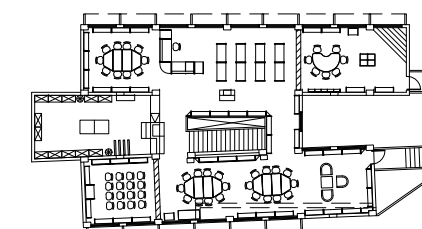


SECCIÓN A

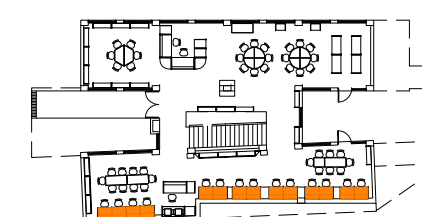
MESA PARA COMPUTADORA (INTERNET) -M7

ESC. 1:20

A
8 | 11



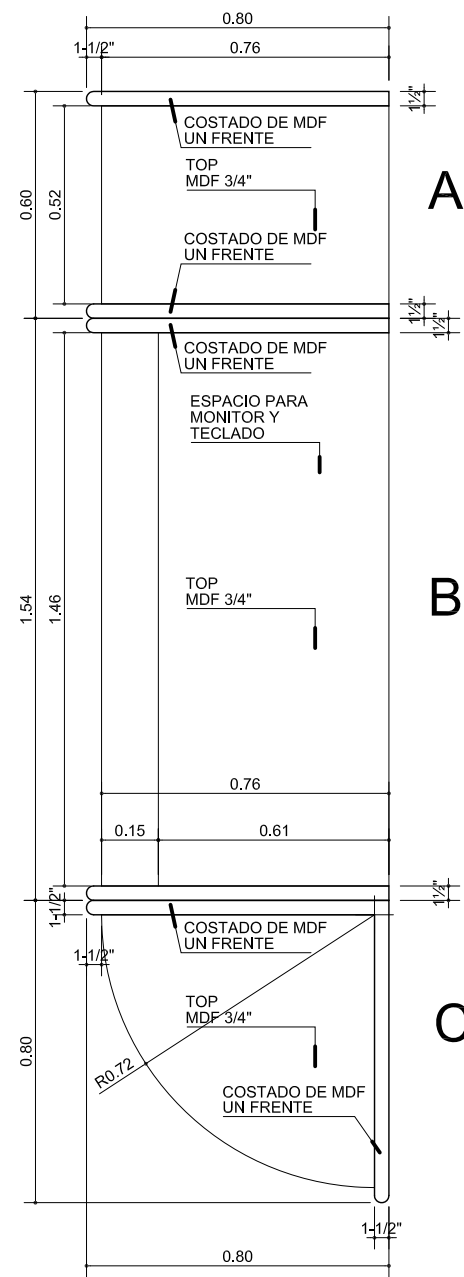
SEGUNDO NIVEL



PRIMER NIVEL

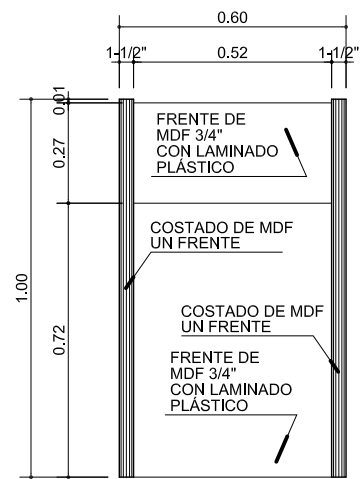
Biblioteca "COLEGIO AUSTRIACO"

EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA

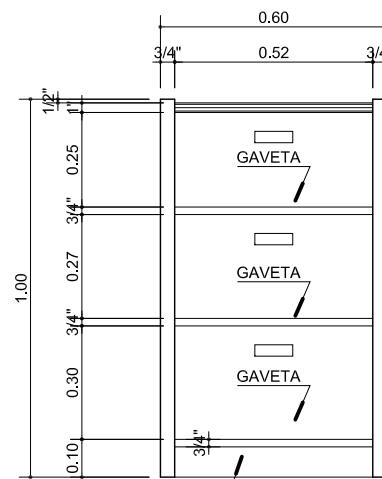


PLANTA MÓDULOS A, B, C

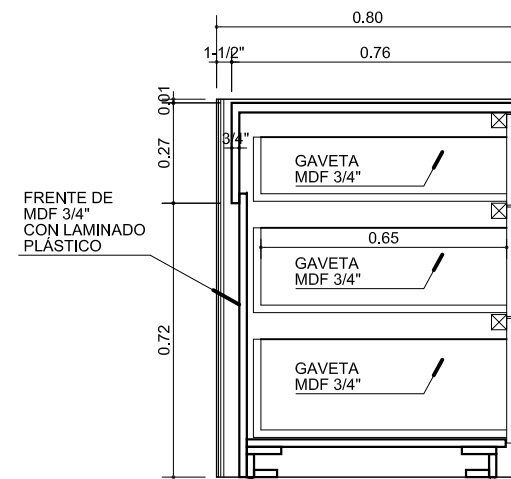
NOTA:
VER DETALLES TÍPICOS DE
ARMADO DE ENTREPAÑOS,
COSTADOS DE MDF
Y BANCA EN HOJAS DE
DETALLES TÍPICOS



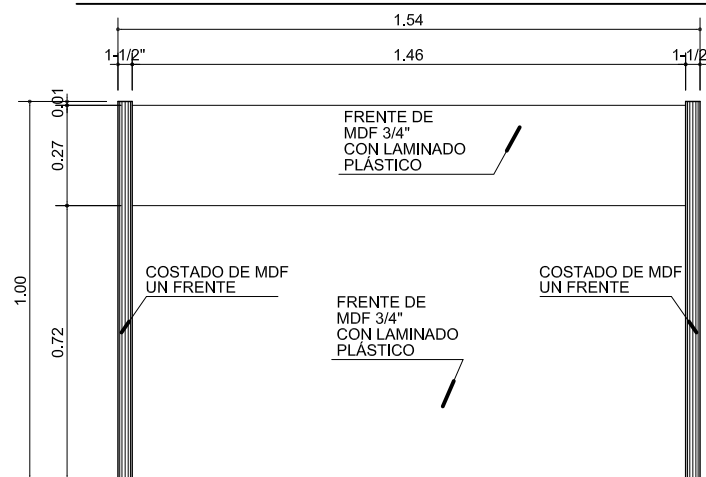
ELEVACIÓN FRONTAL
MUEBLE A



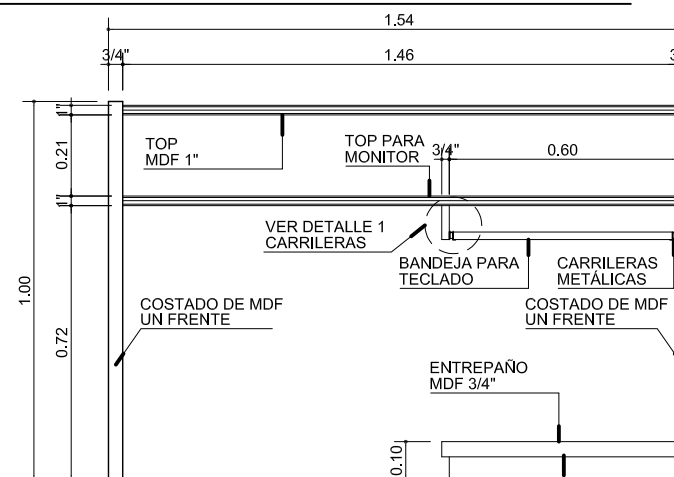
ELEVACIÓN INTERIOR



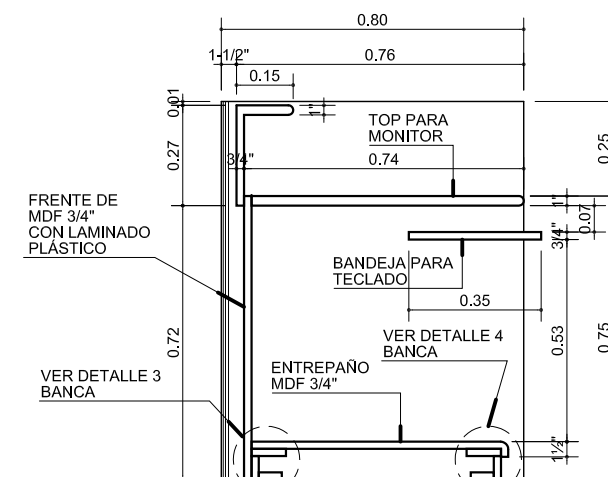
SECCIÓN



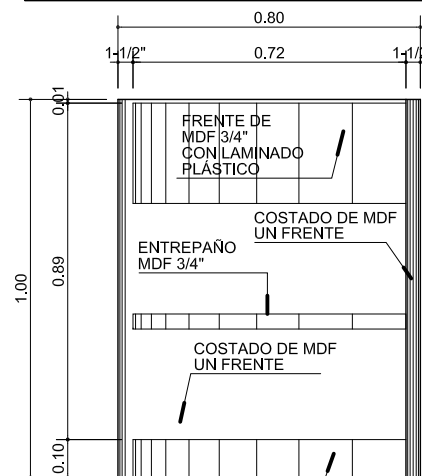
ELEVACIÓN FRONTAL
MUEBLE B



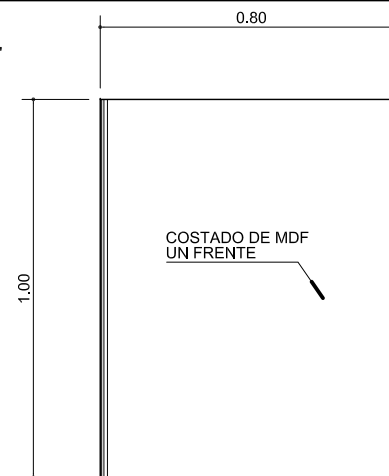
ELEVACIÓN INTERIOR



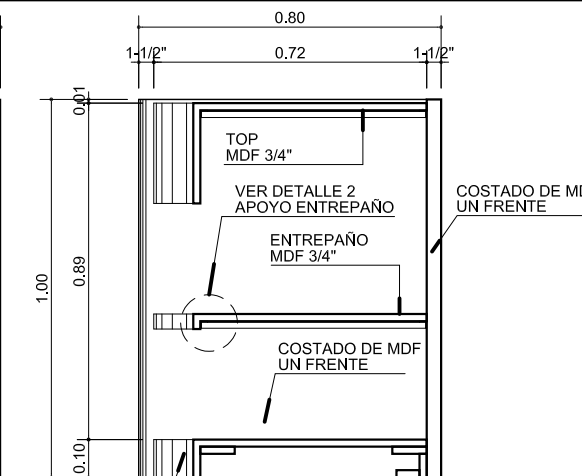
SECCIÓN



ELEVACIÓN FRONTAL
MUEBLE C



ELEVACIÓN LATERAL

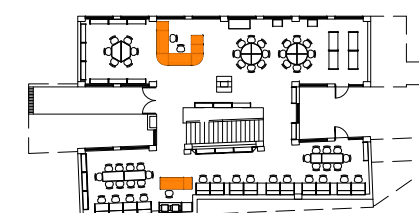


SECCIÓN

ELEVACIÓN FRONTAL
MUEBLE C



SEGUNDO NIVEL



PRIMER NIVEL

ESCRITORIO CIRCULACION Y PRESTAMO -M9

ESC. 1:20

Biblioteca "COLEGIO AUSTRIACO"

EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA



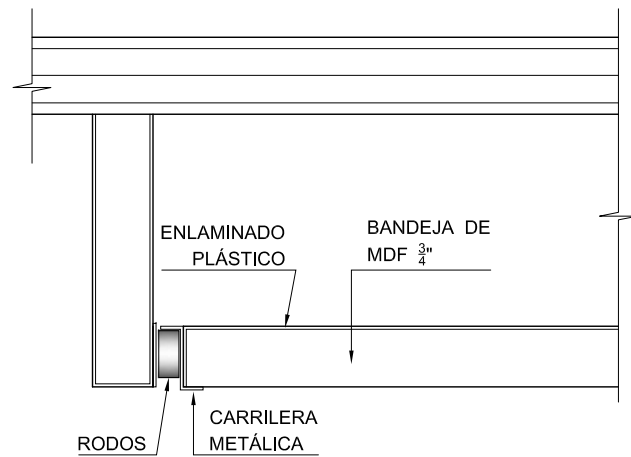
VISTA DEL PROCESO DE CONSTRUCCION DEL MUEBLE



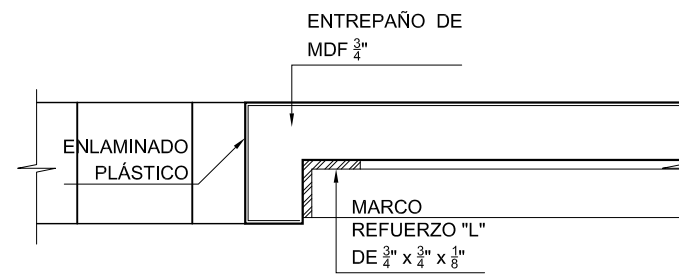
VISTA DEL PROCESO DE CONSTRUCCION DEL MUEBLE



VISTA DEL AMBIENTE CON EL MUEBLE TERMINADO



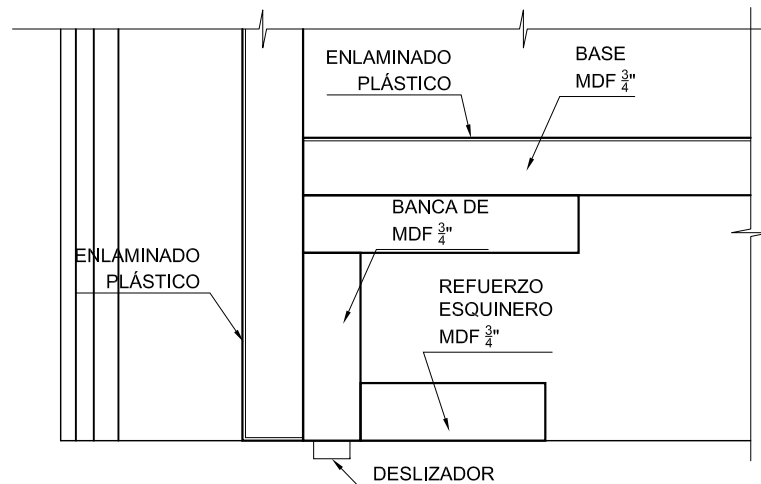
DETALLE 1
ESC. 1:2.5



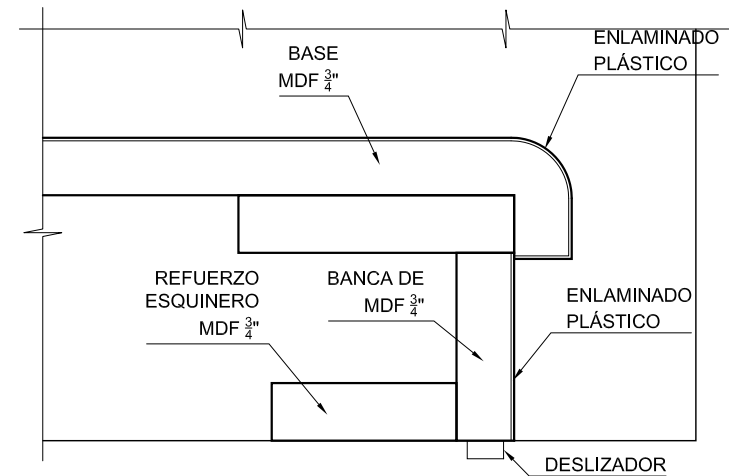
DETALLE 2
ESC. 1:2.5



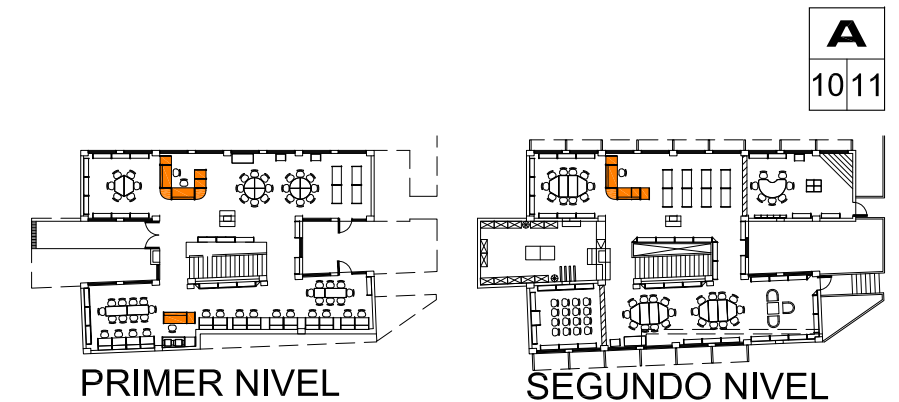
VISTA DEL AMBIENTE CON EL MUEBLE TERMINADO



DETALLE 3
ESC. 1:2.5

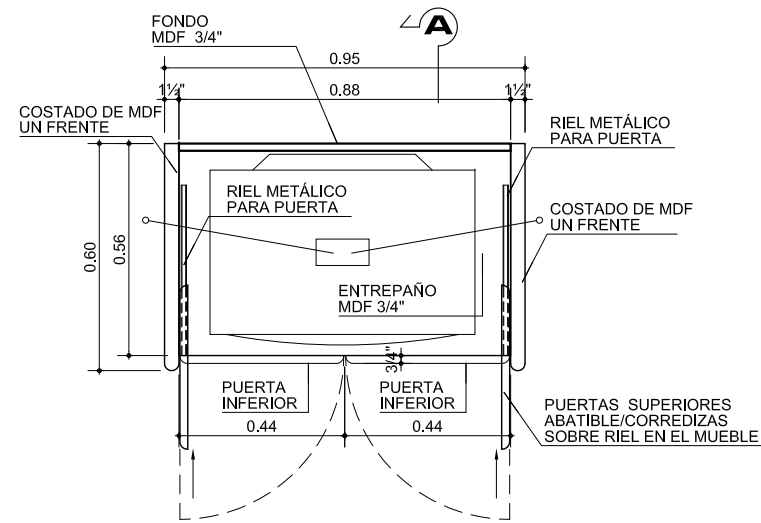


DETALLE 4
ESC. 1:2.5



Biblioteca "COLEGIO AUSTRIACO"

EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA

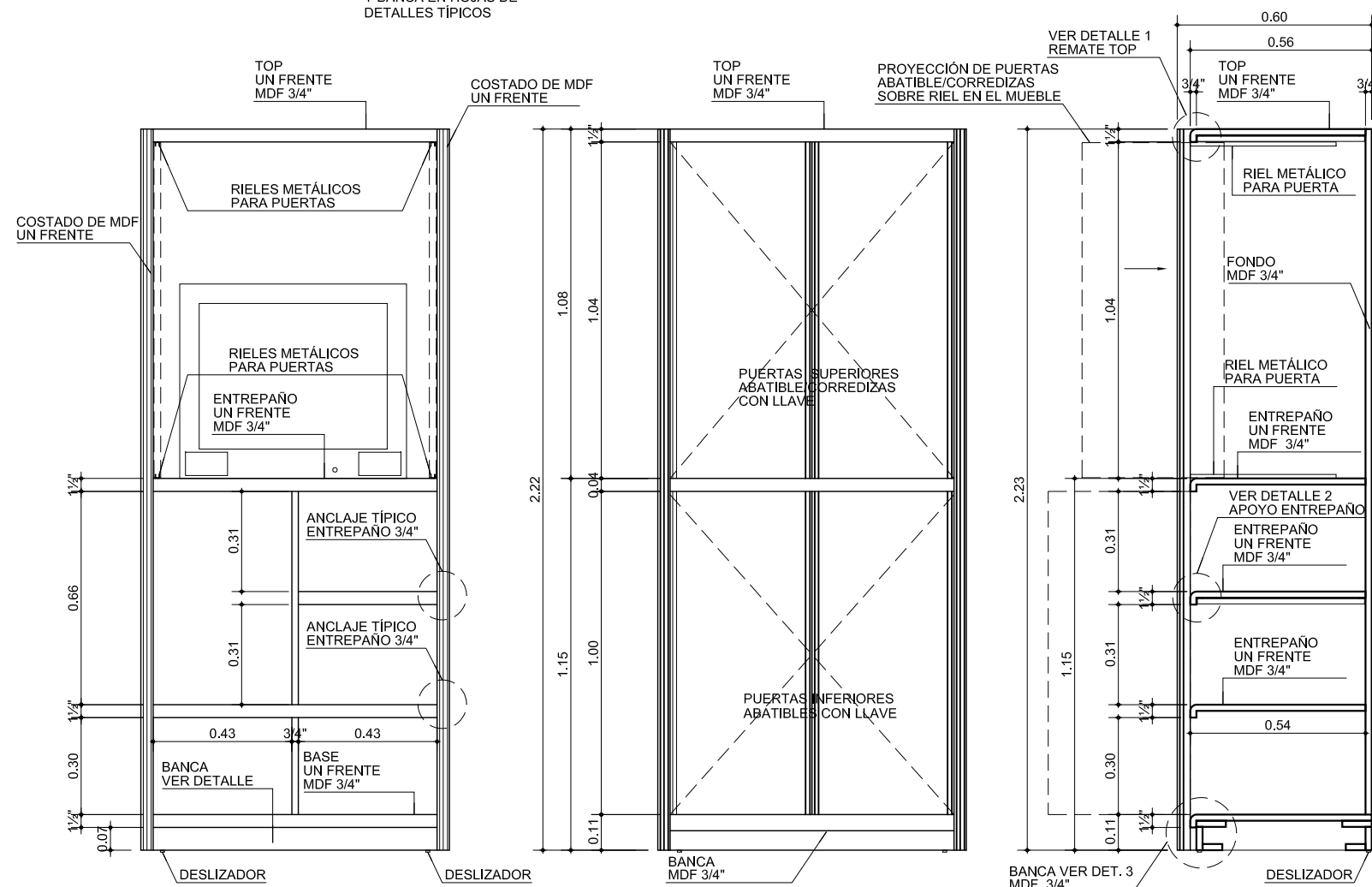


PLANTA

NOTA:
VER DETALLES TÍPICOS DE
ARMADO DE ENTREPAÑOS,
COSTADOS DE MDF
Y BANCA EN HOJAS DE
DETALLES TÍPICOS



VISTA DEL AMBIENTE CON EL MUEBLE TERMINADO



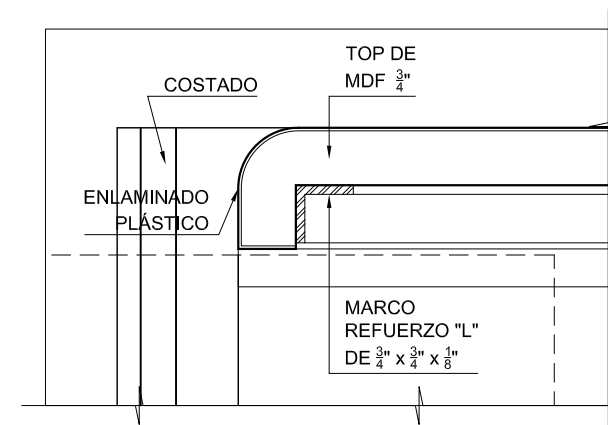
ELEVACIÓN INTERIOR (SIN PUERTAS)

ELEVACIÓN FRONTAL

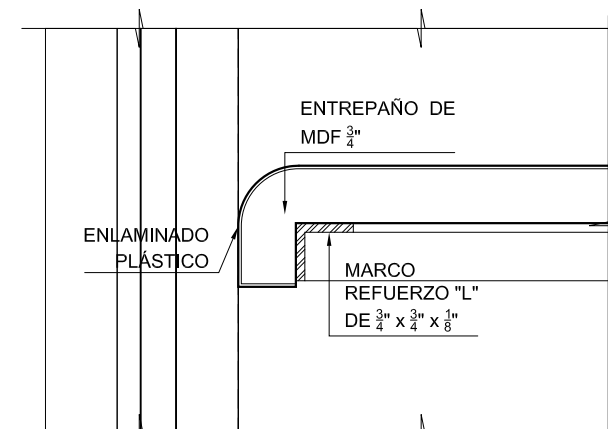
SECCIÓN A

MUEBLE PARA TELEVISIÓN Y VIDEO -M10

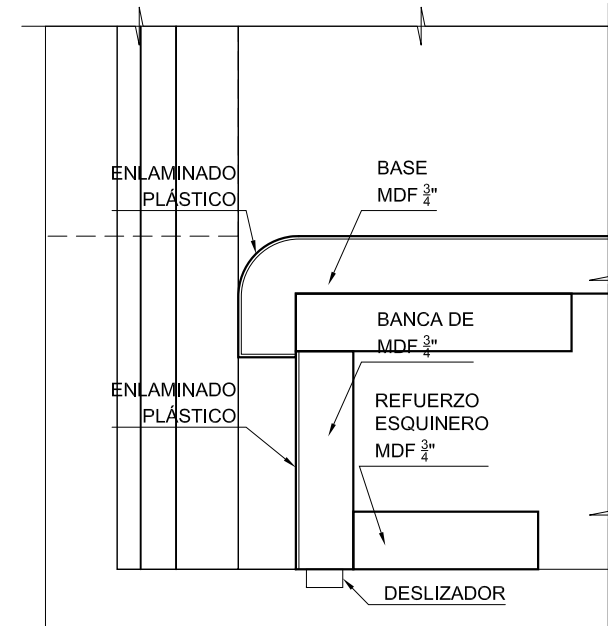
ESC. 1:20



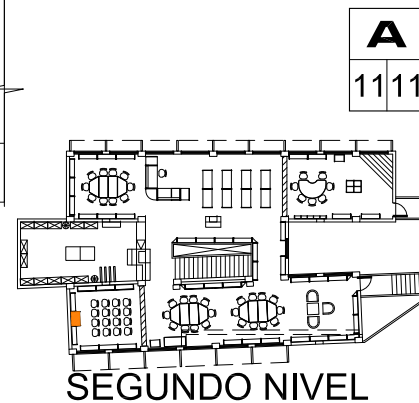
DETALLE 1
ESC. 1:2.5



DETALLE 2
ESC. 1:2.5



DETALLE 3
ESC. 1:2.5



SEGUNDO NIVEL

Biblioteca "COLEGIO AUSTRIACO"

EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA

6.6.2 Hospital de Día Multimédica

Se hizo la proyección y el diseño de mobiliario en un espacio de 1000 M², en el edificio Multimédica, ubicado en Vista Hermosa II, zona 15 de esta ciudad, donde habría que planificar y diseñar un mobiliario funcional para las diferentes áreas de trabajo: información y/o recepción, administración, vestidores, esterilización, entre otros.

Para todas las áreas mencionadas, se diseñó la totalidad del mobiliario y puertas, de acuerdo con la función y al tipo de usuarios que en este caso serían pacientes ambulatorios, más el personal médico, paramédico y administrativo; por lo que se pensó en un diseño de muebles modulares, de fácil mantenimiento y limpieza y al mismo tiempo de una estética agradable y ergonómica adecuada a su función.

Los materiales utilizados para la fabricación del mobiliario antes mencionado, fueron aglomerados de madera de partículas conocidos en el mercado con el nombre comercial: Tablex y Duropanel, aglomerado de fibras de madera, MDF, tableros melaminizados de MDF, laminados plásticos (Formica), cantos de PVC, anclaje a base de tornillos Spax de diferentes medidas.

El tipo de muebles fabricado consistió en: módulos y escritorios para las áreas administrativas (recepción, cajas, oficinas, etc.) tabicado para área de vestidores, mobiliario para el área de esterilización, estación de enfermerías, etc.

En la elaboración del mobiliario se utilizaron diferentes técnicas de fabricación como posformados, forrado con laminados, acabados con cantos de PVC, herrajes metálicos, tops de diferentes materiales según el requerimiento del área, por ejemplo: tops de acero inoxidable y mármol sintético, con nombres comerciales como Granatex⁷² materiales que permiten mantener altos niveles de resistencia y que además propician que la limpieza sea realmente aséptica, tolerando el uso de químicos utilizados en estos ambientes, además de tener 0% de mantenimiento. También se utilizaron herrajes de acero inoxidable, entre otros.

Para efectos de producción se elaboraron diferentes tipos de planos, (incluyendo detalles para la fijación de las piezas), de los cuales se adjuntan los más representativos, en el orden siguiente:

- B-1/13 Planta de ubicación de muebles
- B-2 y 3/13 Mueble de caja en sala de espera
- B-4/13 Mueble información
- B-5/13 Detalle mueble información
- B-6/13 Planta de área de esterilización
- B-7/13 Detalle de tabiques divisorios en vestidores

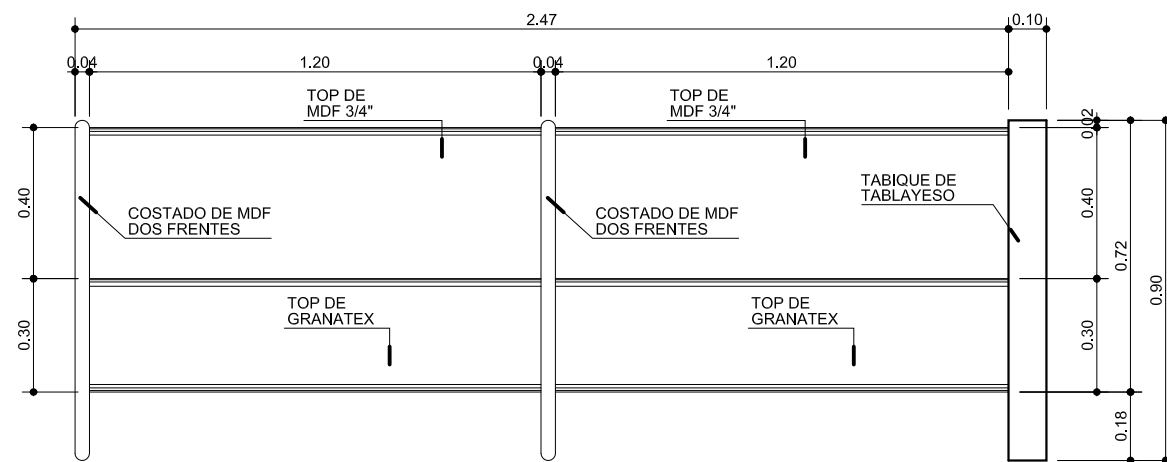
⁷² Este es un producto elaborado con mezclas de resina poliéster, granos sintéticos y/o calcita en variedad de colores, para crear superficies a medida con un acabado de granito, sólo que con un peso y costo mucho menor.

- B-8/13 Elevación muebles área de esterilización
- B-9/13 Detalles típicos de mueble de esterilización Escritorios para área de administración
- B-10/13 Tabiques divisorios en vestidores
- B-11/13 Detalles divisorios en vestidores
- B-12/13 Planta área de administración y detalles
- B-13/13 Escritorios área administración

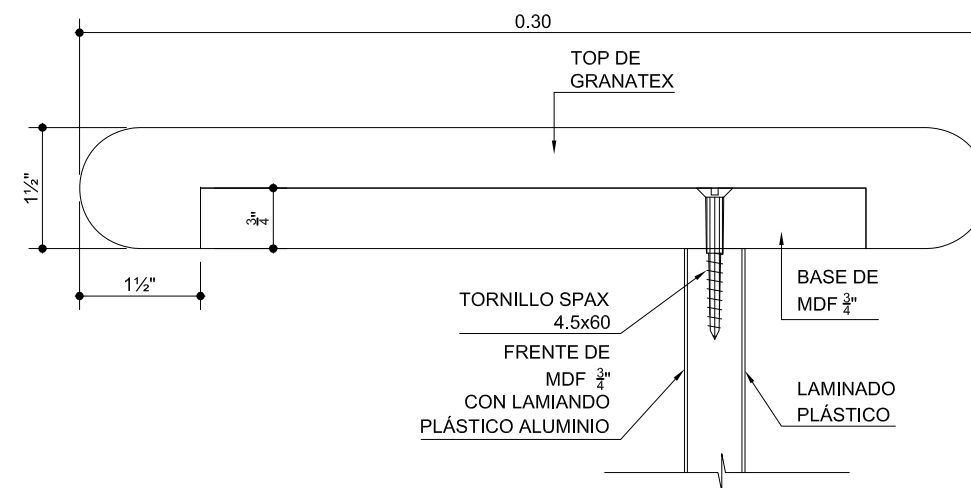


PLANTA UBICACIÓN DE MUEBLES

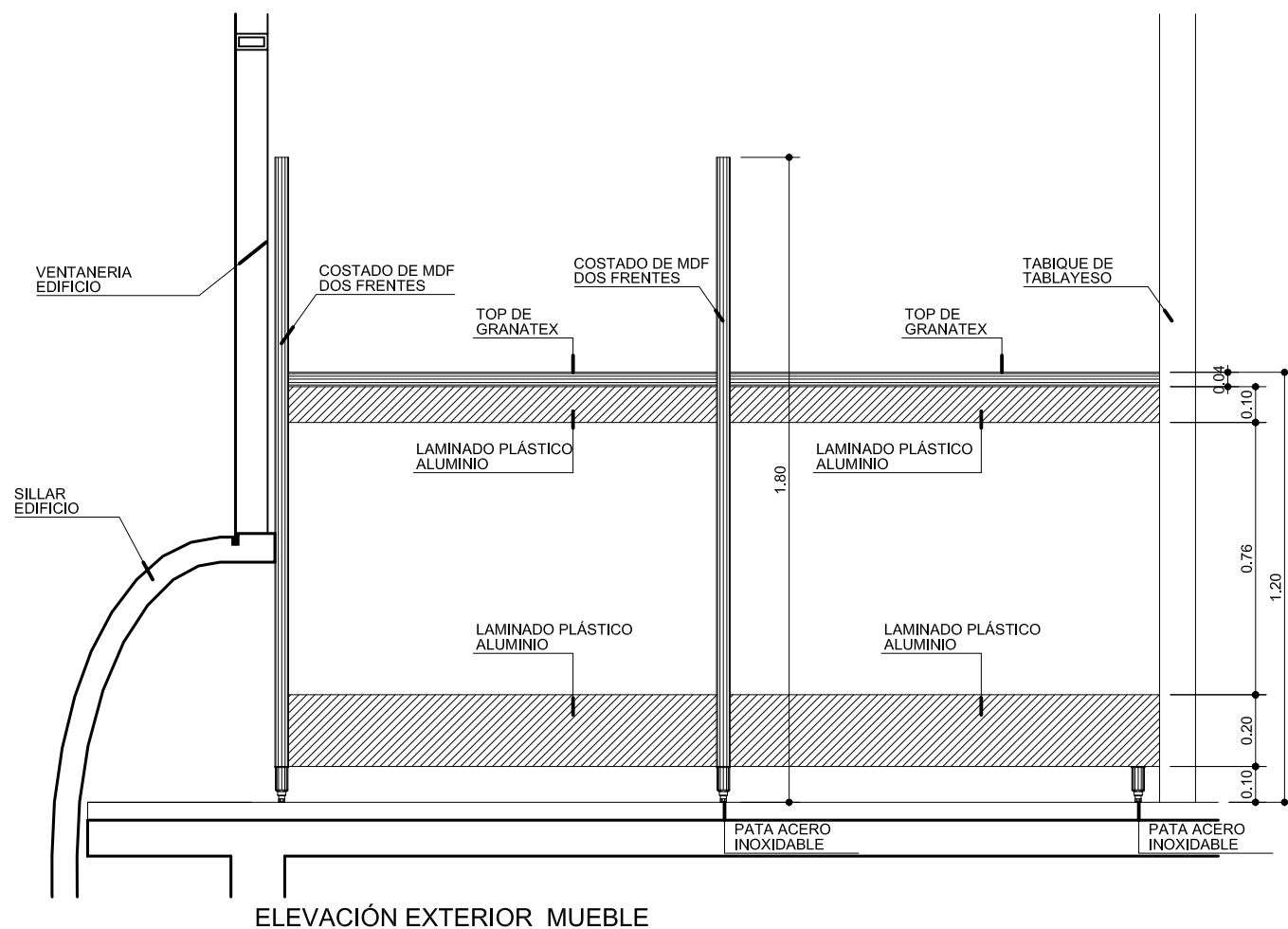
ESCALA 1:150



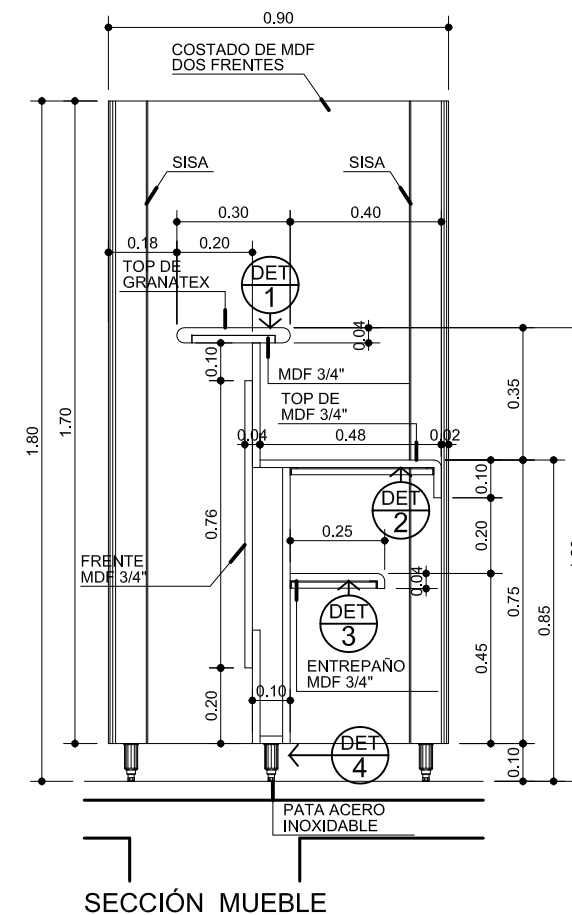
PLANTA MUEBLE M-1



DETALLE 1
ESC. 1:2.5



ELEVACIÓN EXTERIOR MUEBLE

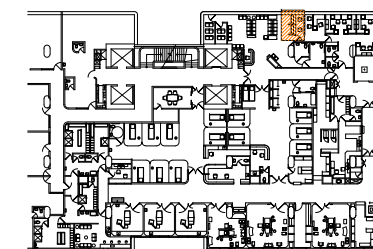


SECCIÓN MUEBLE

NOTAS:

- 1.- VER DETALLES TÍPICOS DE ARMADO DE ENTREPAÑOS, Y COSTADOS DE MDF EN HOJAS DE DETALLES TÍPICOS
- 2.- TOP GRANATEX, PANEL DE 3/4" EN POLÍMERO REFORZADO NARIZ DE 1-3/4"
- 3.- PATAS DE ACERO INOXIDABLE.- MEDIDAS: 1-5/8" DE DIÁMETRO X 4" DE ALTO, FABRICADA EN TUBO REDONDO DE ACERO INOXIDABLE CON PLATINA DE FIJACION AL MUEBLE EN LAMINA DE ACERO DE: 1/8"x 2"x 3" CON EXTREMOS AJUSTABLES DE ACERO INOXIDABLE

B
213

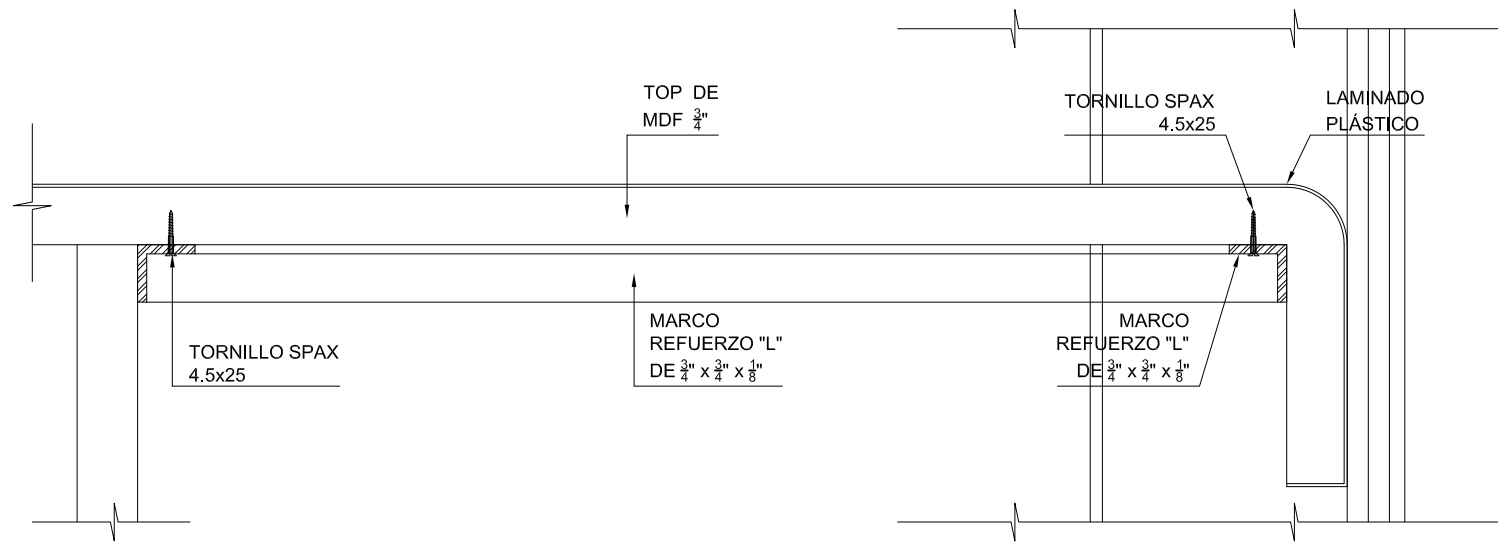


MUEBLE CAJAS EN SALA DE ESPERA

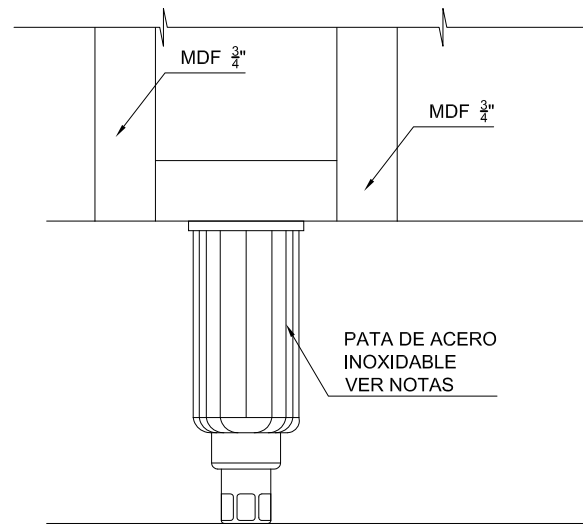
ESCALA 1:20

Hospital de Día "MULTIMEDICA"

EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA



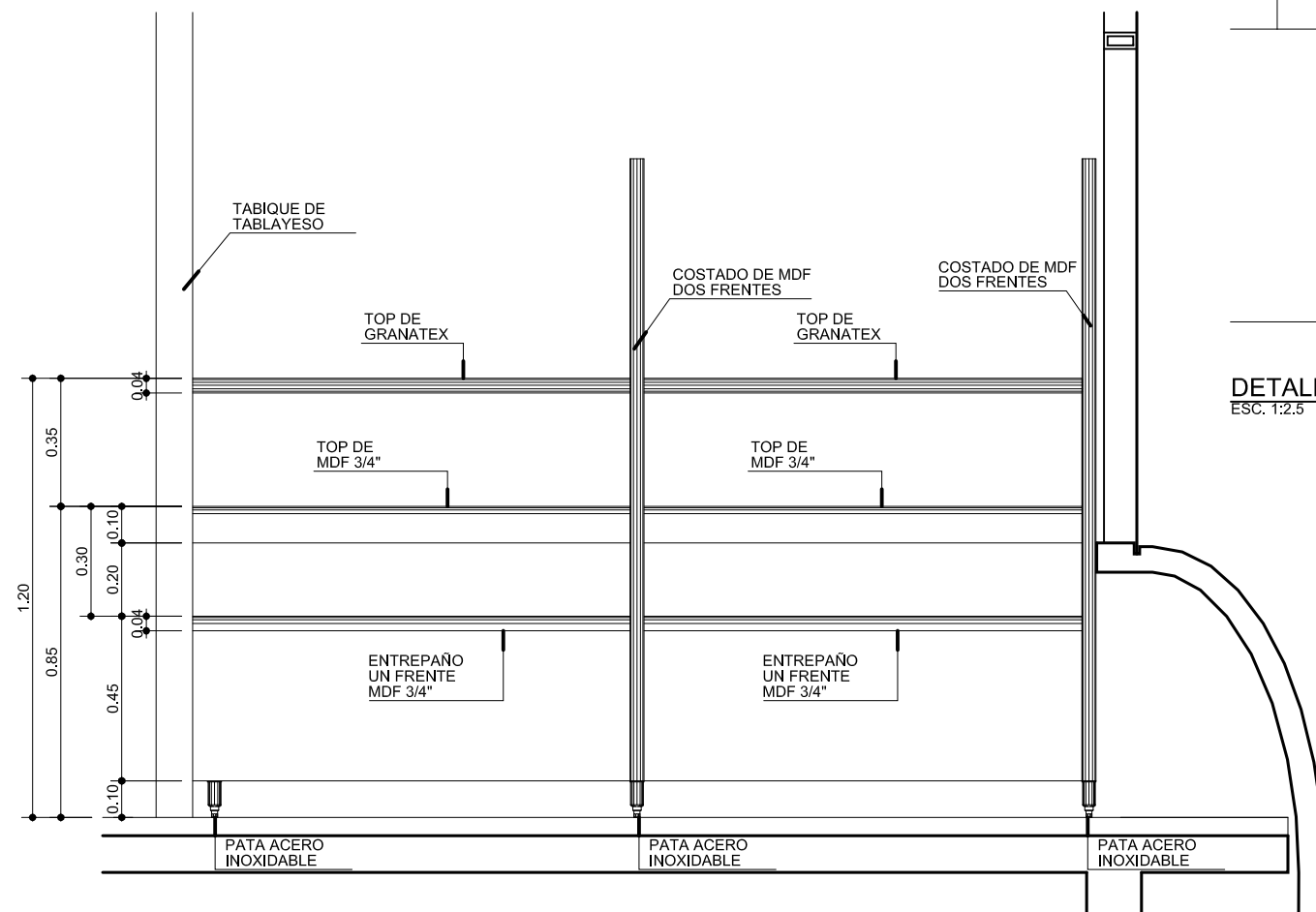
DETALLE 2
ESC. 1:2.5



DETALLE 4
ESC. 1:2.5



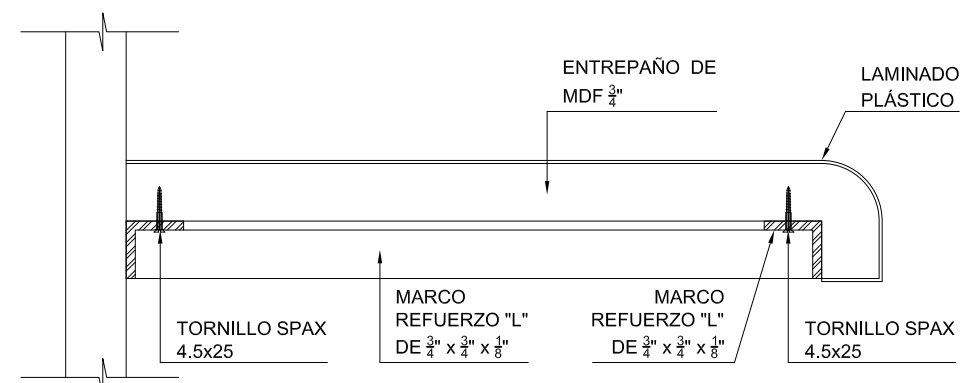
VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS



ELEVACIÓN INTERIOR MUEBLE

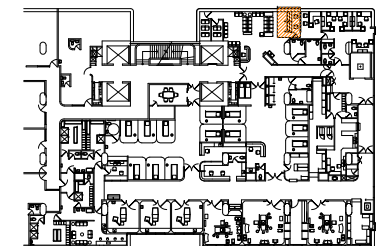
MUEBLE CAJAS EN SALA DE ESPERA

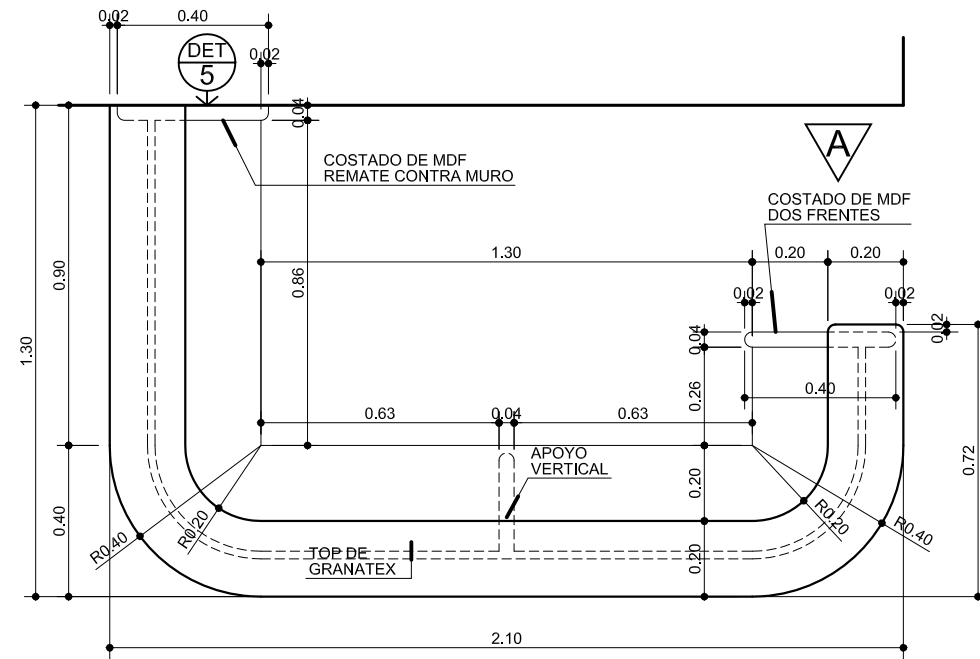
ESCALA 1:20



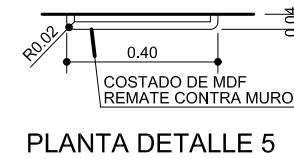
DETALLE 3
ESC. 1:2.5

B
3 13





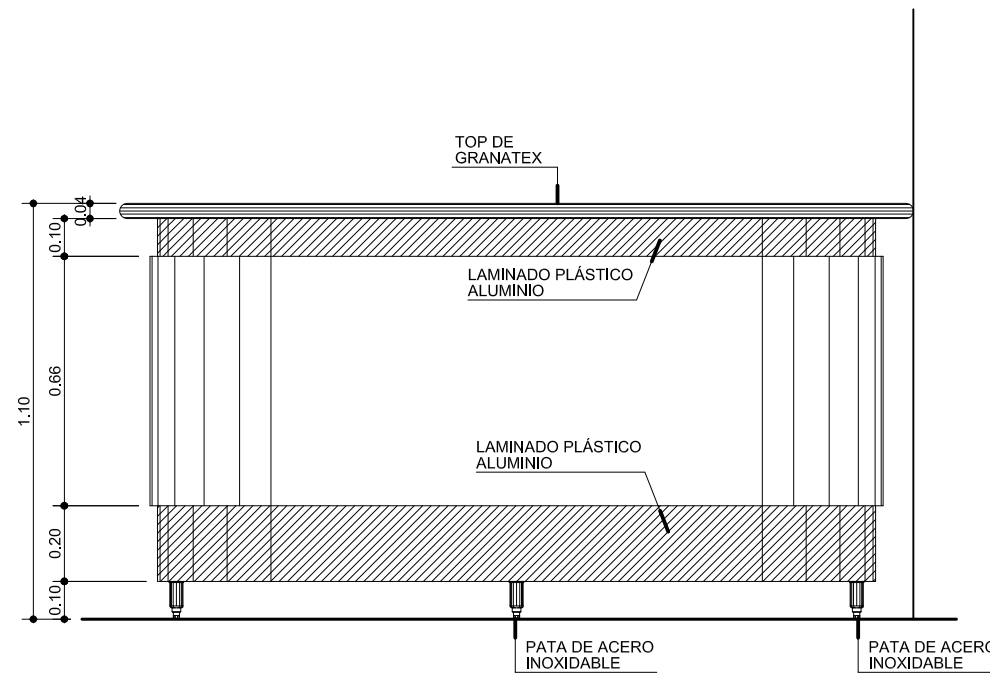
PLANTA MUEBLE INFORMACIÓN



- NOTAS:**
- 1.- VER DETALLES TÍPICOS DE ARMADO DE ENTREPAÑOS, Y COSTADOS DE MDF EN HOJAS DE DETALLES TÍPICOS
 - 2.- TOP GRANATEX, PANEL DE 3/4" EN POLÍMERO REFORZADO NARIZ DE 1-3/4"
 - 3.- PATAS DE ACERO INOXIDABLE.- MEDIDAS: 1-5/8" DE DIÁMETRO X 4" DE ALTO, FABRICADA EN TUBO REDONDO DE ACERO INOXIDABLE CON PLATINA DE FIJACION AL MUEBLE EN LAMINA DE ACERO DE: 1/8"x 2"x 3" CON EXTREMOS AJUSTABLES DE ACERO INOXIDABLE



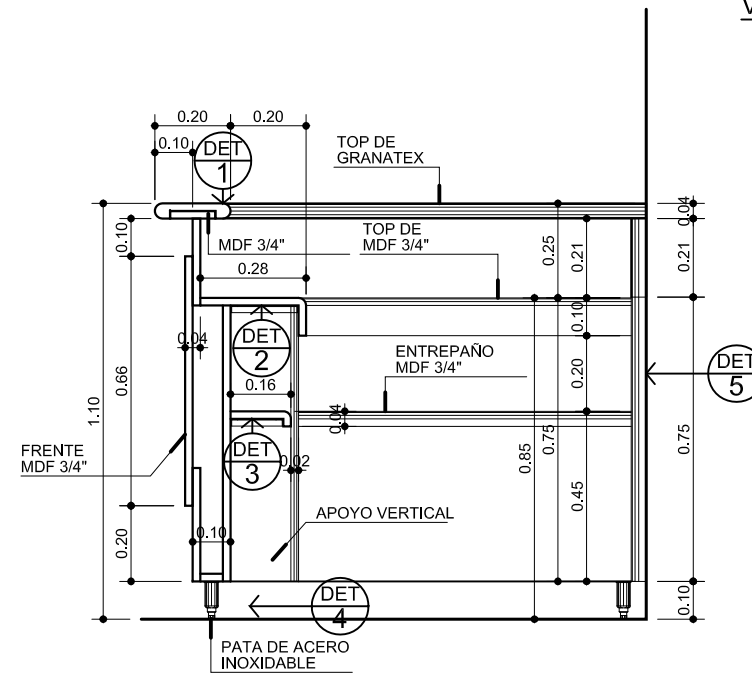
VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS



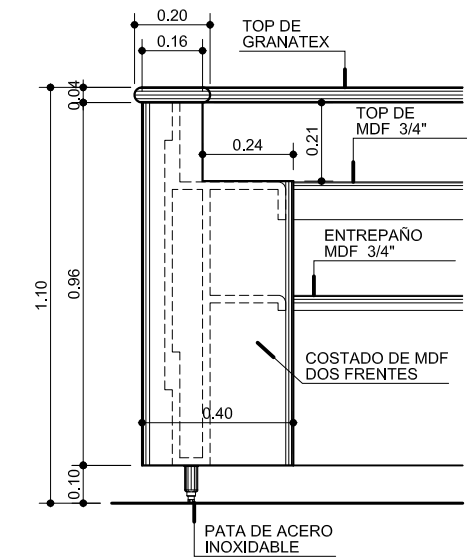
ELEVACIÓN

MUEBLE INFORMACION

ESCALA 1:20

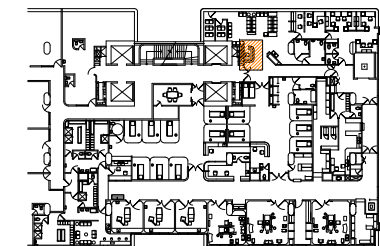


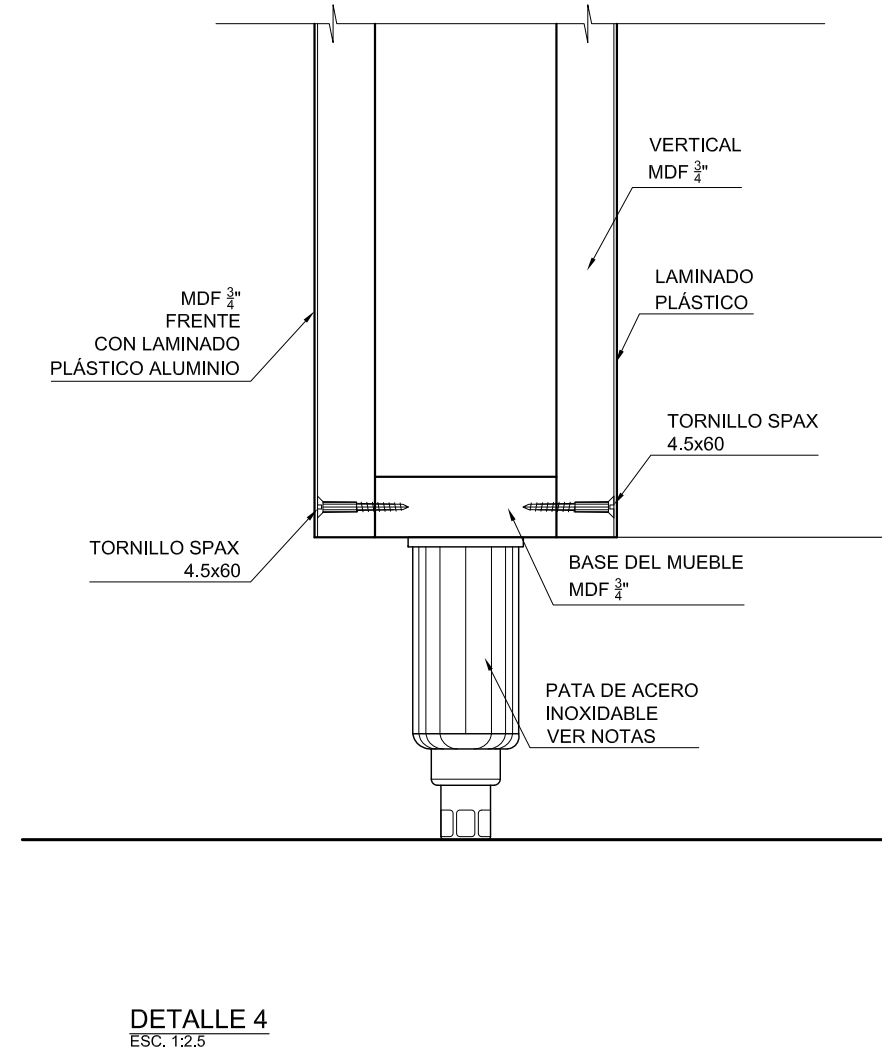
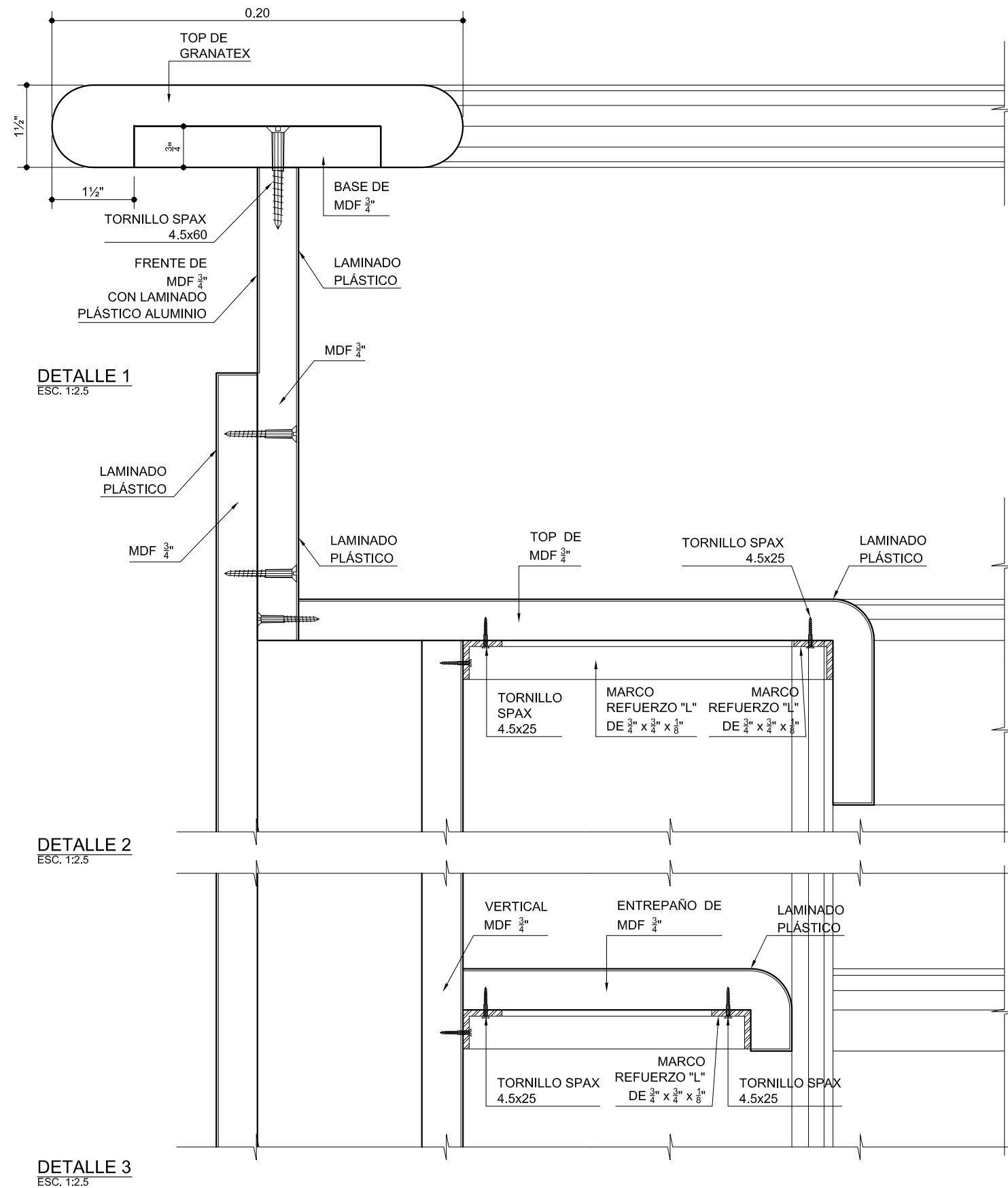
SECCIÓN TÍPICA



ELEVACIÓN LATERAL "A"

B
4 13



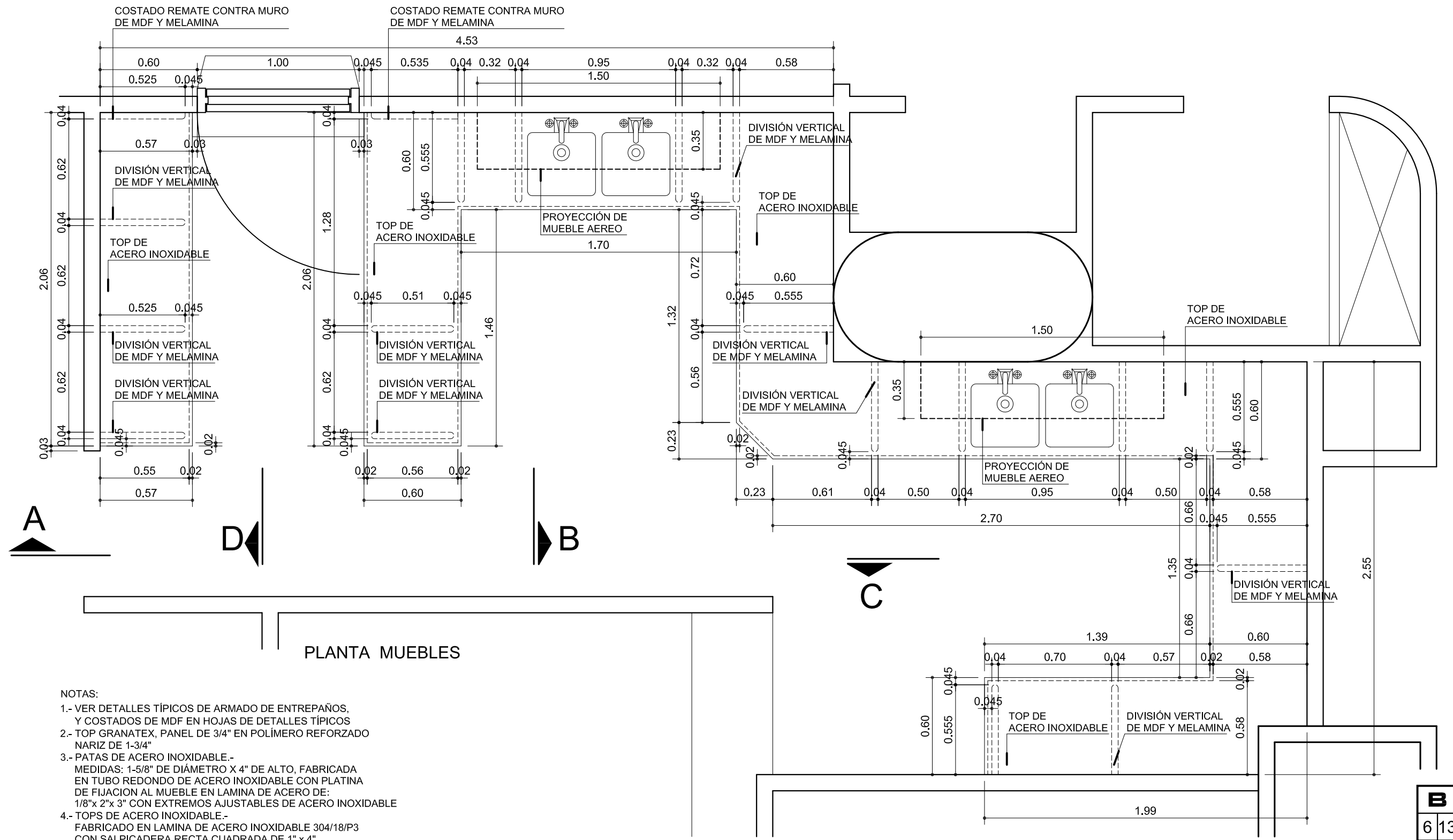


DETALLES MUEBLE INFORMACION

ESCALA 1:2.5

Hospital de Día "MULTIMEDICA"

EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA



PLANTA MUEBLES

NOTAS:

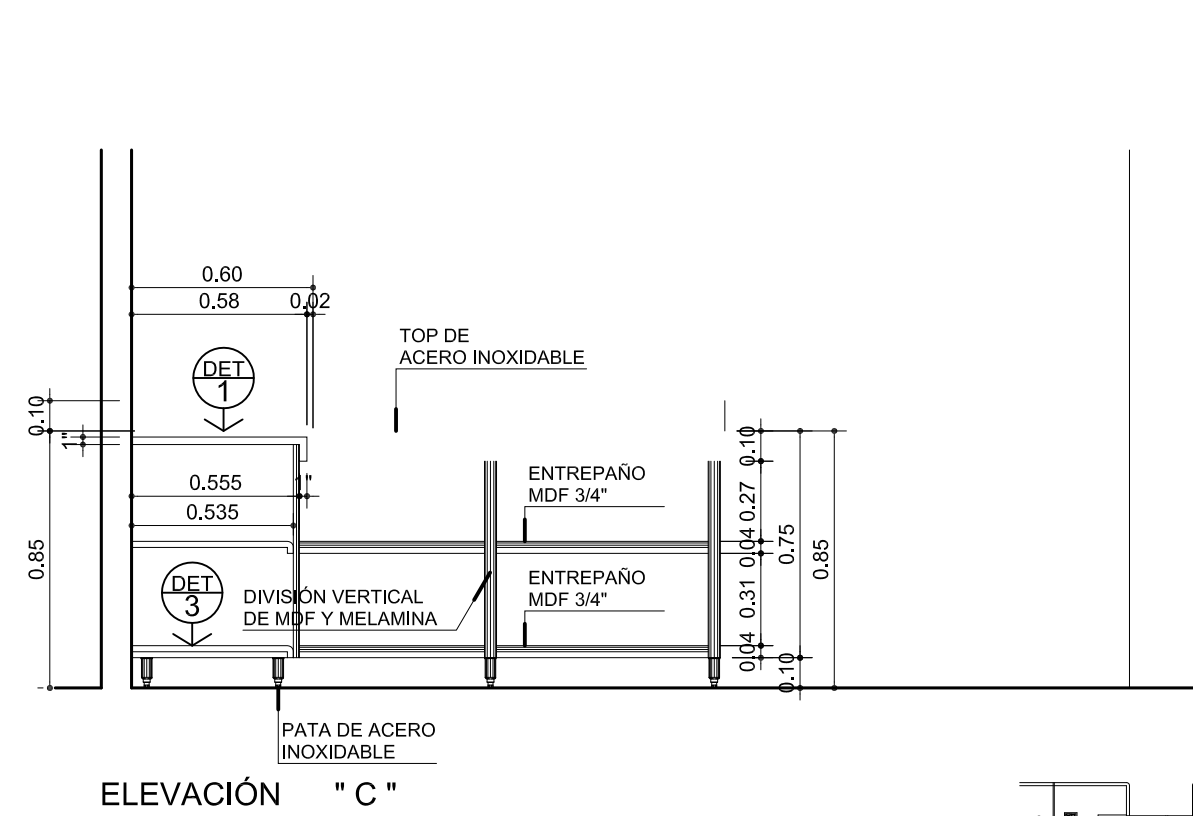
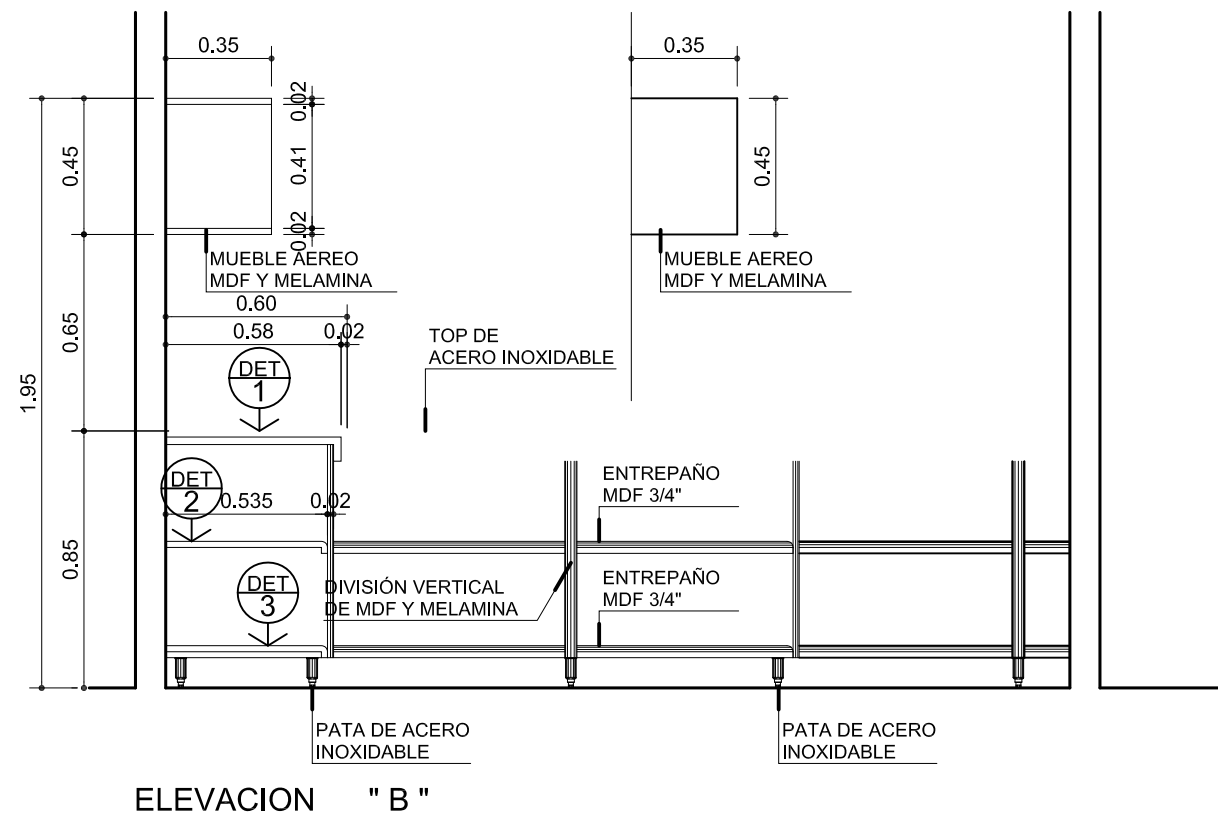
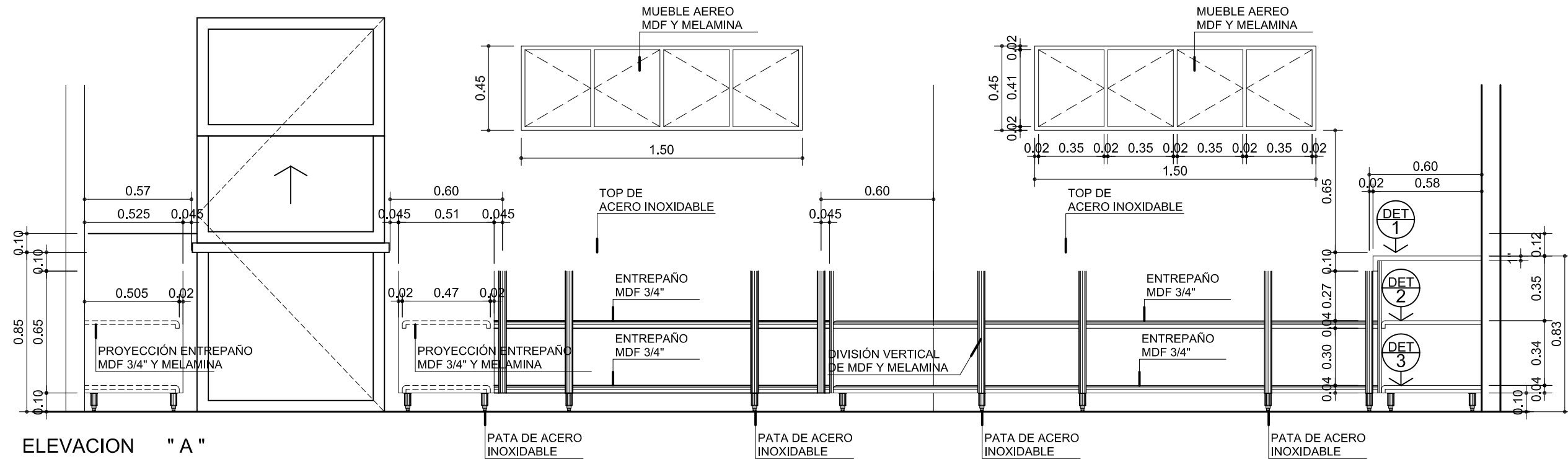
- 1.- VER DETALLES TÍPICOS DE ARMADO DE ENTREPAÑOS, Y COSTADOS DE MDF EN HOJAS DE DETALLES TÍPICOS
- 2.- TOP GRANATEX, PANEL DE 3/4" EN POLÍMERO REFORZADO NARIZ DE 1-3/4"
- 3.- PATAS DE ACERO INOXIDABLE.-
MEDIDAS: 1-5/8" DE DIÁMETRO X 4" DE ALTO, FABRICADA EN TUBO REDONDO DE ACERO INOXIDABLE CON PLATINA DE FIJACION AL MUEBLE EN LAMINA DE ACERO DE: 1/8"x 2"x 3" CON EXTREMOS AJUSTABLES DE ACERO INOXIDABLE
- 4.- TOPS DE ACERO INOXIDABLE.-
FABRICADO EN LAMINA DE ACERO INOXIDABLE 304/18/P3 CON SALPICADERA RECTA CUADRADA DE 1" x 4"
- 5.- TODOS LOS LAVADOS SERAN DE ACERO INOXIDABLE
- 6.- TODOS LOS MUEBLES SERAN CONSTRUIDOS CON AGLOMERADO DE MADERA MAS MELAMINA COLOR A ESCOGER.-

MUEBLE AREA DE ESTERILIZACIÓN

ESCALA 1:25

Hospital de Día "MULTIMEDICA"

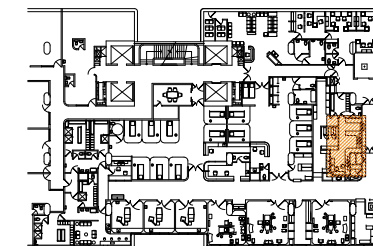
EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA



B
713

ELEVACIONES MUEBLE AREA DE ESTERILIZACIÓN

ESCALA 1:25



Hospital de Día "MULTIMEDICA"

EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA



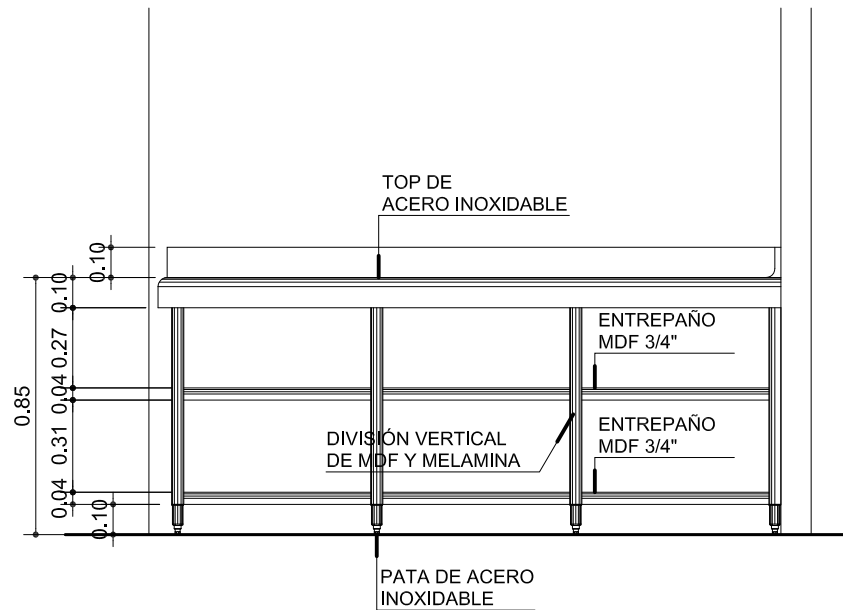
VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS



VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS



VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS

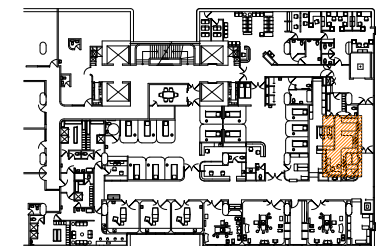


ELEVACIÓN " D "



VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS

B
8 13

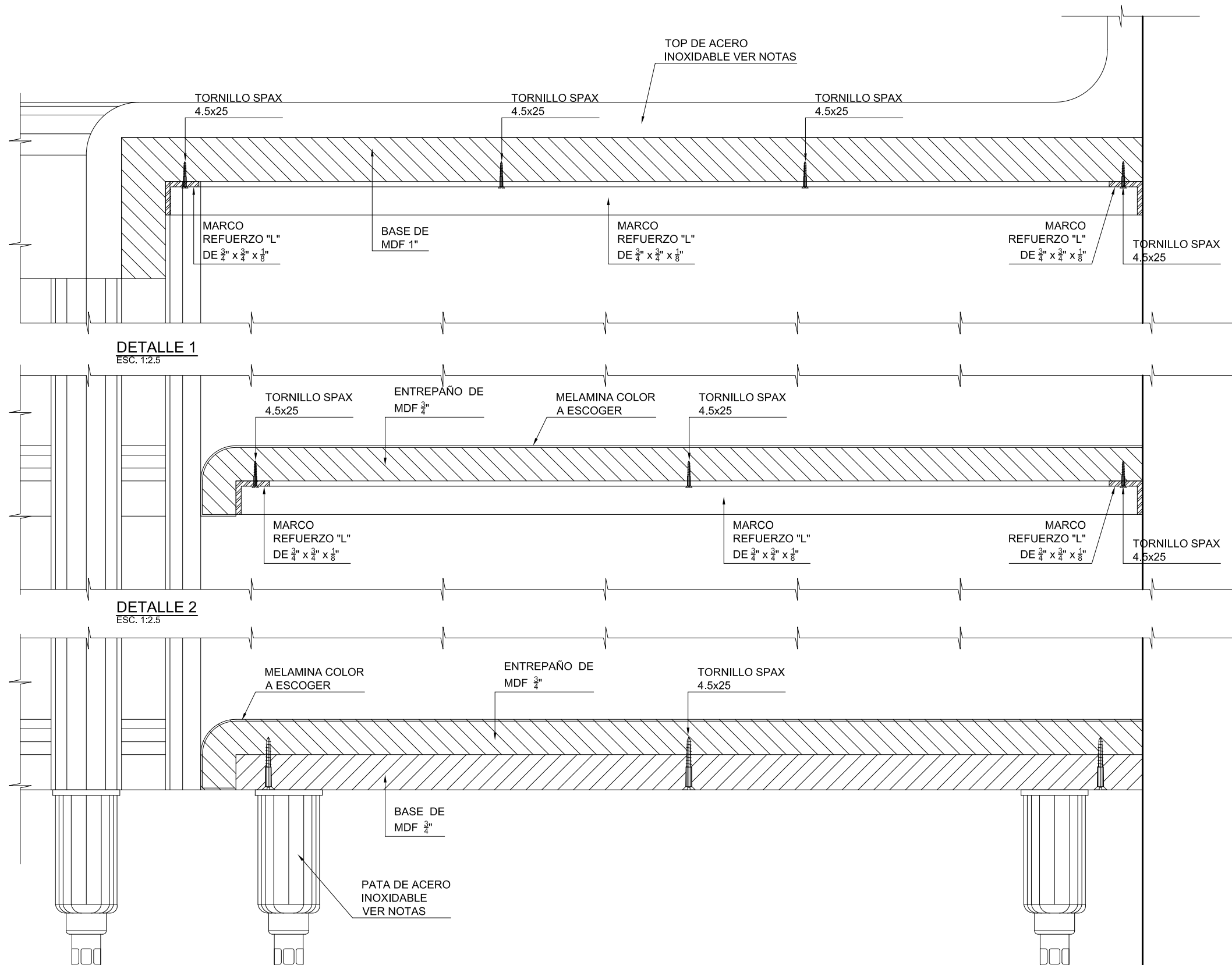


ELEVACIÓN Y FOTOS MUEBLE AREA DE ESTERILIZACIÓN

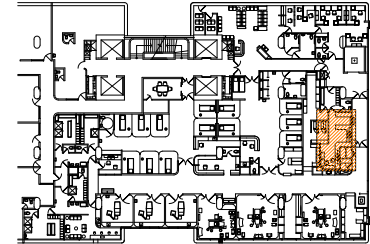
ESCALA 1:25

Hospital de Día "MULTIMEDICA"

EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA



B
913

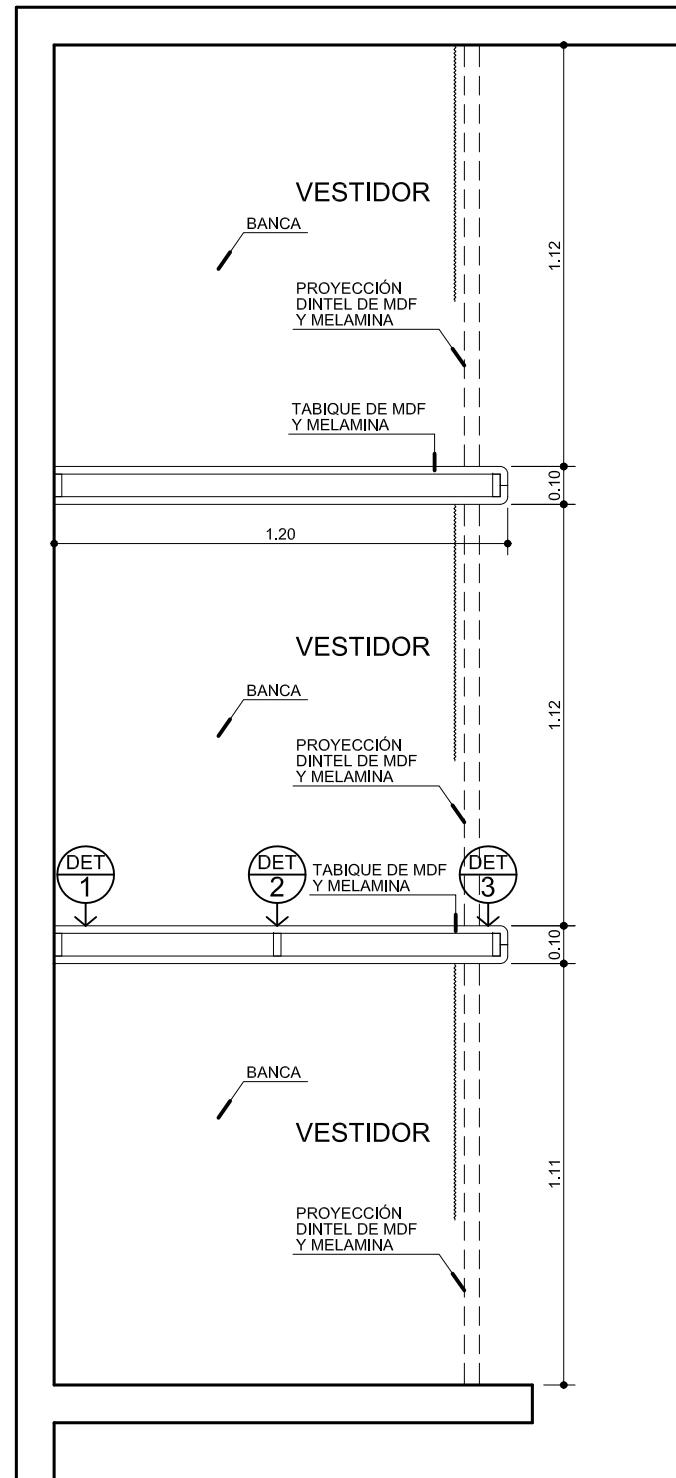


DETALLES TÍPICOS DEL MUEBLE DE ESTERILIZACIÓN

ESCALA 1:2.5

Hospital de Día "MULTIMEDICA"

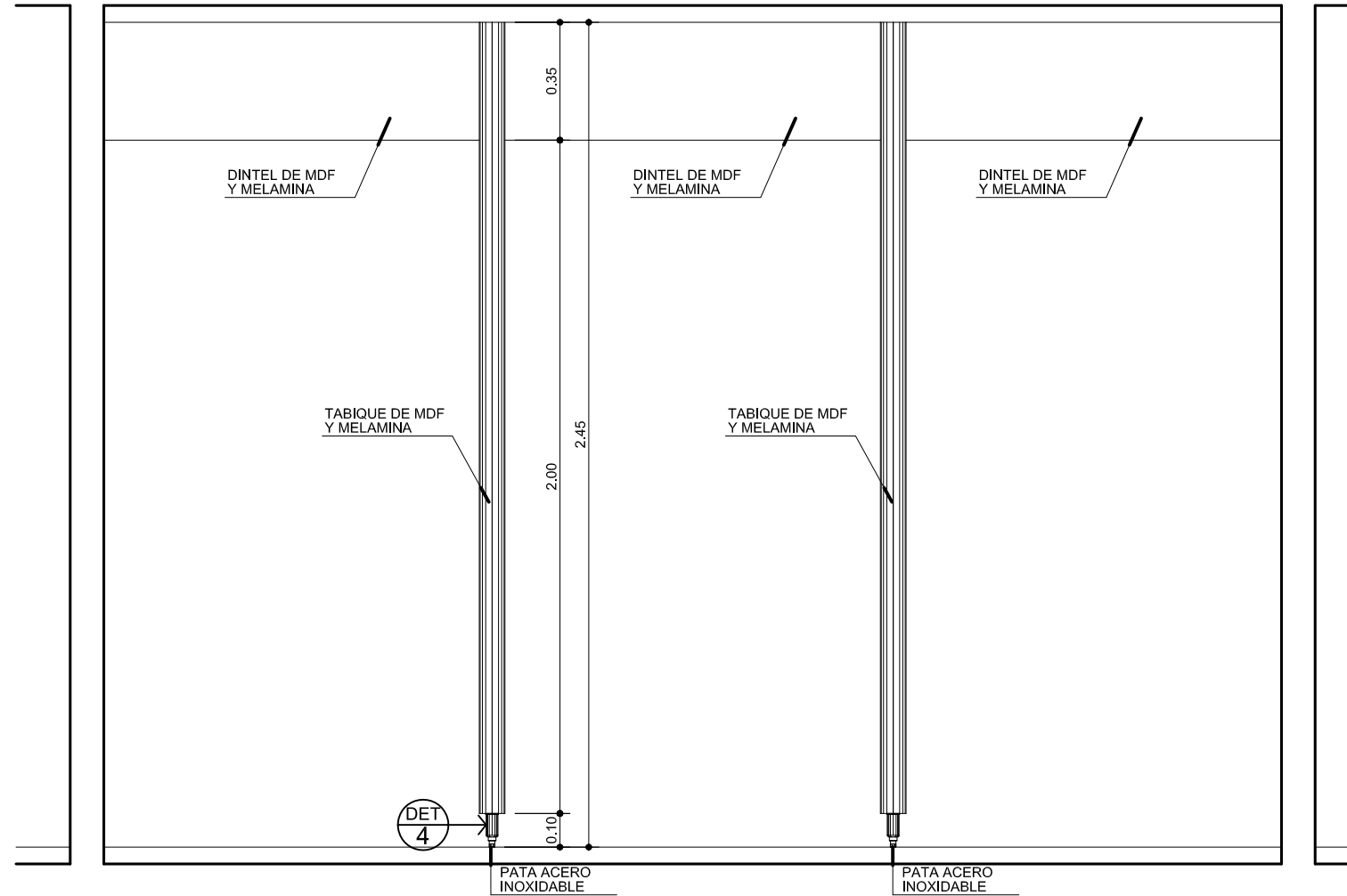
EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA



PLANTA TABIQUES

NOTAS:

- 1.- VER DETALLES TÍPICOS DE ARMADO DE ENTREPAÑOS, Y COSTADOS DE MDF EN HOJAS DE DETALLES TÍPICOS
- 2.- TOP GRANATEX, PANEL DE 3/4" EN POLÍMERO REFORZADO NARIZ DE 1-3/4"
- 3.- PATAS DE ACERO INOXIDABLE.-
MEDIDAS: 1-5/8" DE DIÁMETRO X 4" DE ALTO, FABRICADA EN TUBO REDONDO DE ACERO INOXIDABLE CON PLATINA DE FIJACIÓN AL MUEBLE EN LAMINA DE ACERO DE: 1/8"x 2"x 3" CON EXTREMOS AJUSTABLES DE ACERO INOXIDABLE

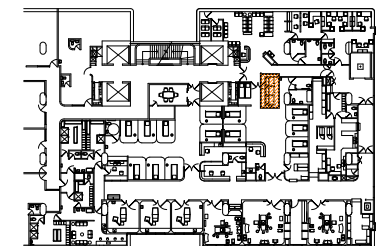


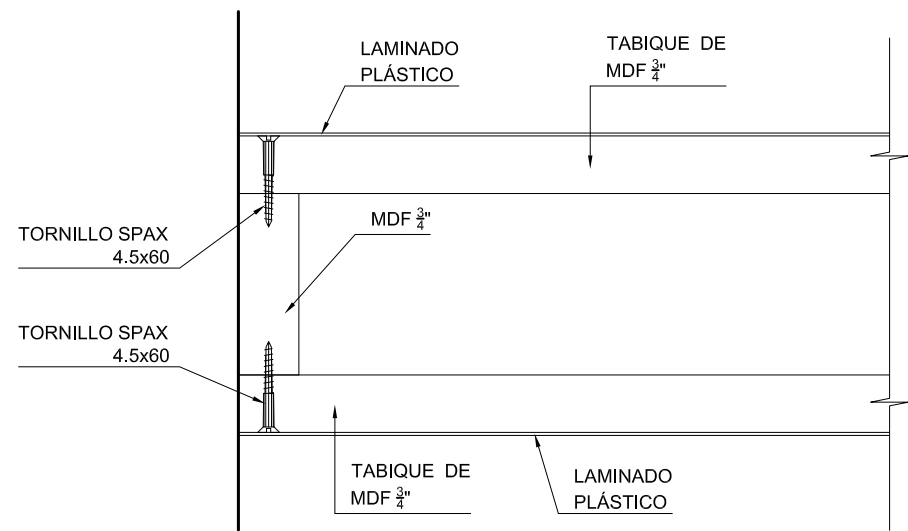
ELEVACIÓN TABIQUES

B
1013

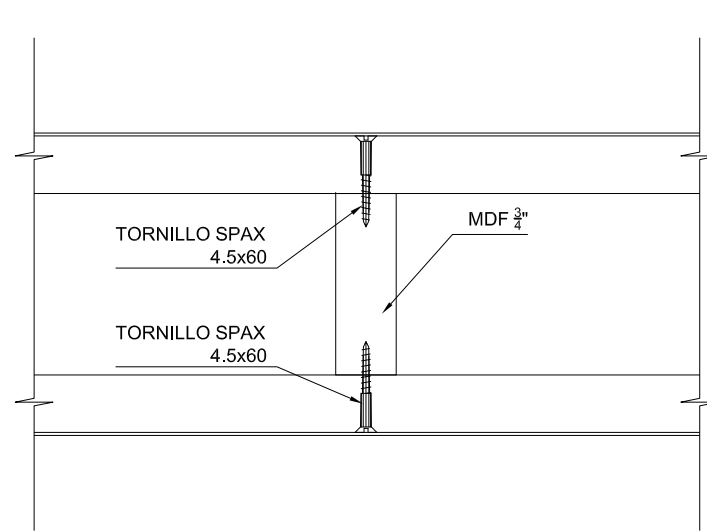
TABIQUES DIVISORIOS EN VESTIDORES

ESCALA 1:20

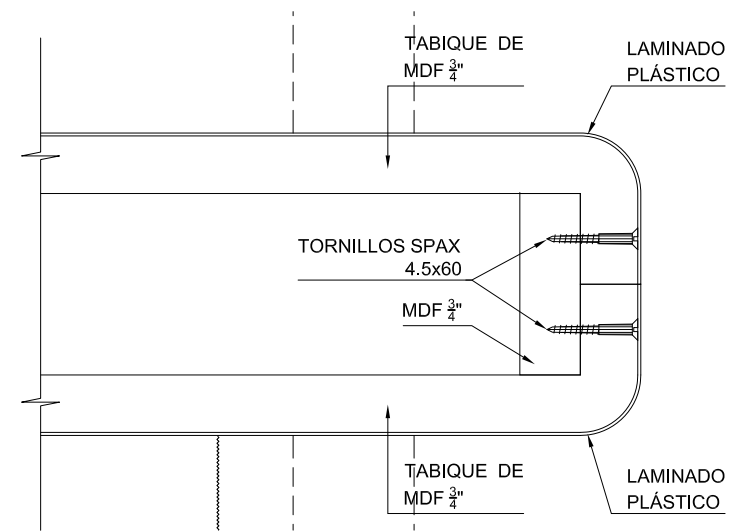




DETALLE 1
ESC. 1:2.5



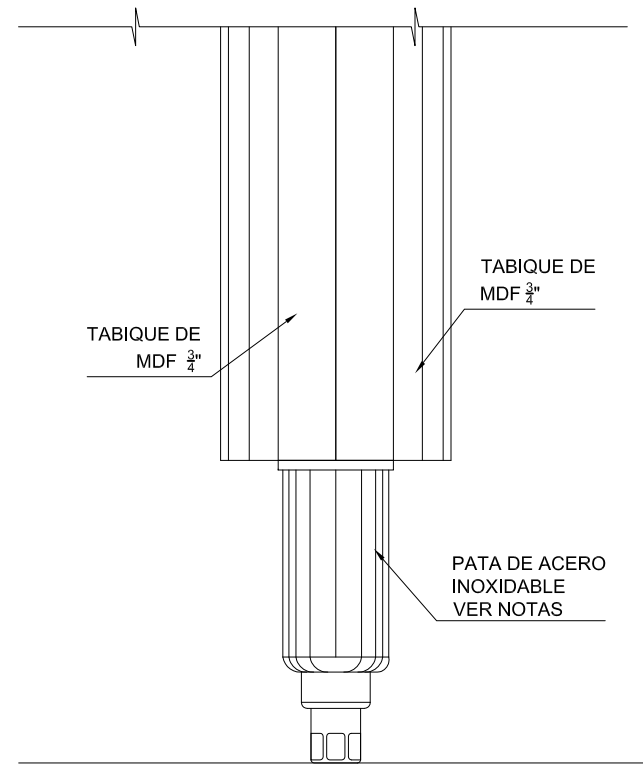
DETALLE 2
ESC. 1:2.5



DETALLE 3
ESC. 1:2.5



VISTA DEL AMBIENTE CON LOS TABIQUES TERMINADOS

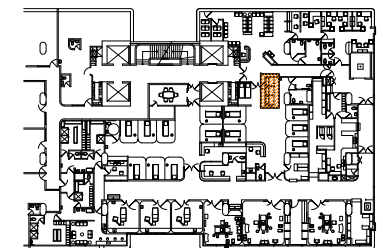


DETALLE 4
ESC. 1:2.5

DETALLES TABIQUES DIVISORIOS EN VESTIDORES

ESCALA 1:2.5

B
1113



Hospital de Día "MULTIMEDICA"

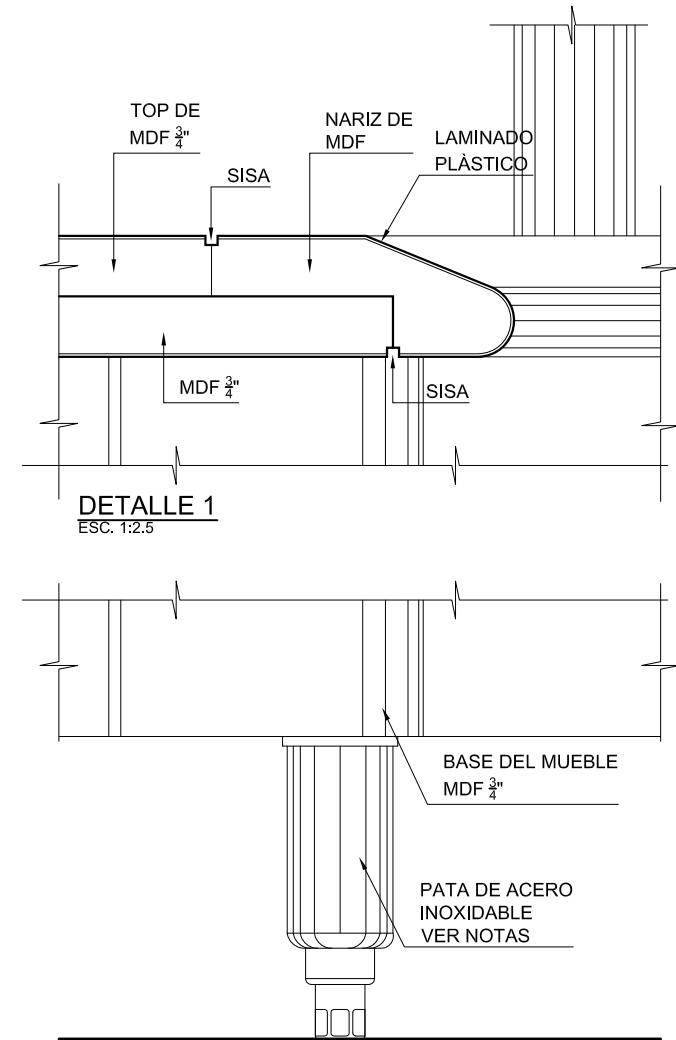
EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA



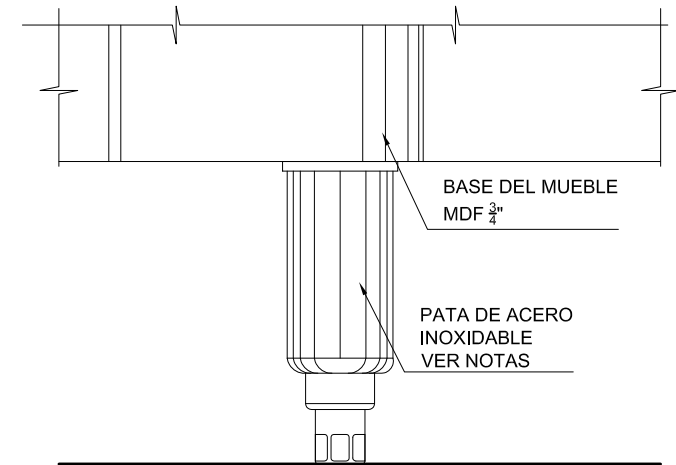
VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS



VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS



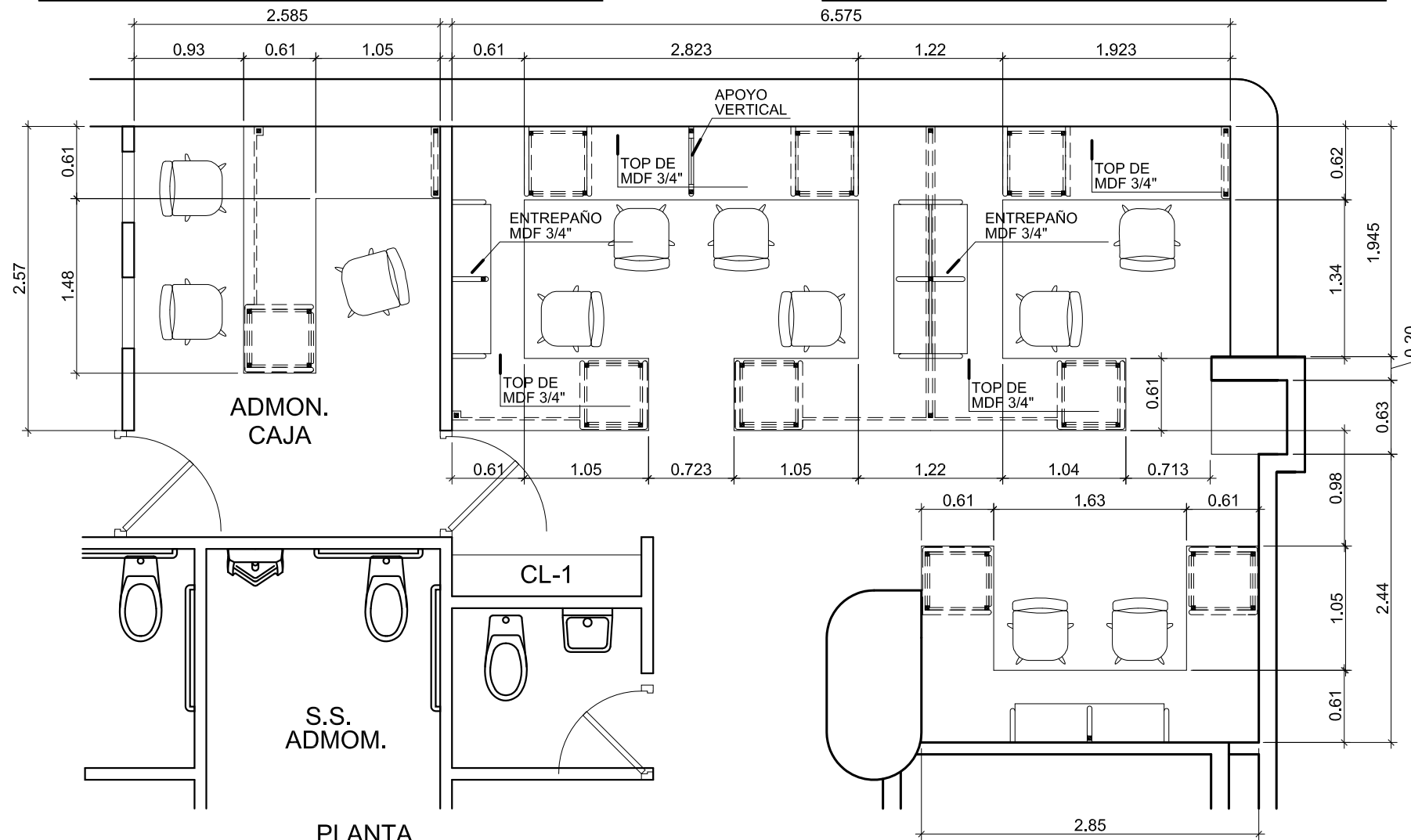
DETALLE 1
ESC. 1:2.5



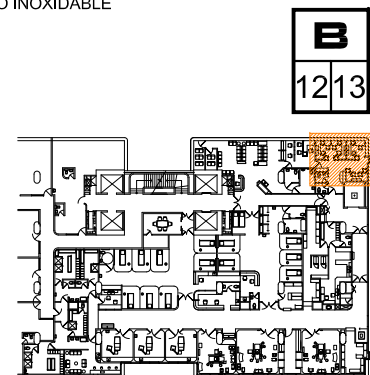
DETALLE 2
ESC. 1:2.5

NOTAS:

- 1.- VER DETALLES TÍPICOS DE ARMADO DE ENTREPAÑOS, Y COSTADOS DE MDF EN HOJAS DE DETALLES TÍPICOS
- 2.- PATAS DE ACERO INOXIDABLE.-
MEDIDAS: 1-5/8\"



PLANTA



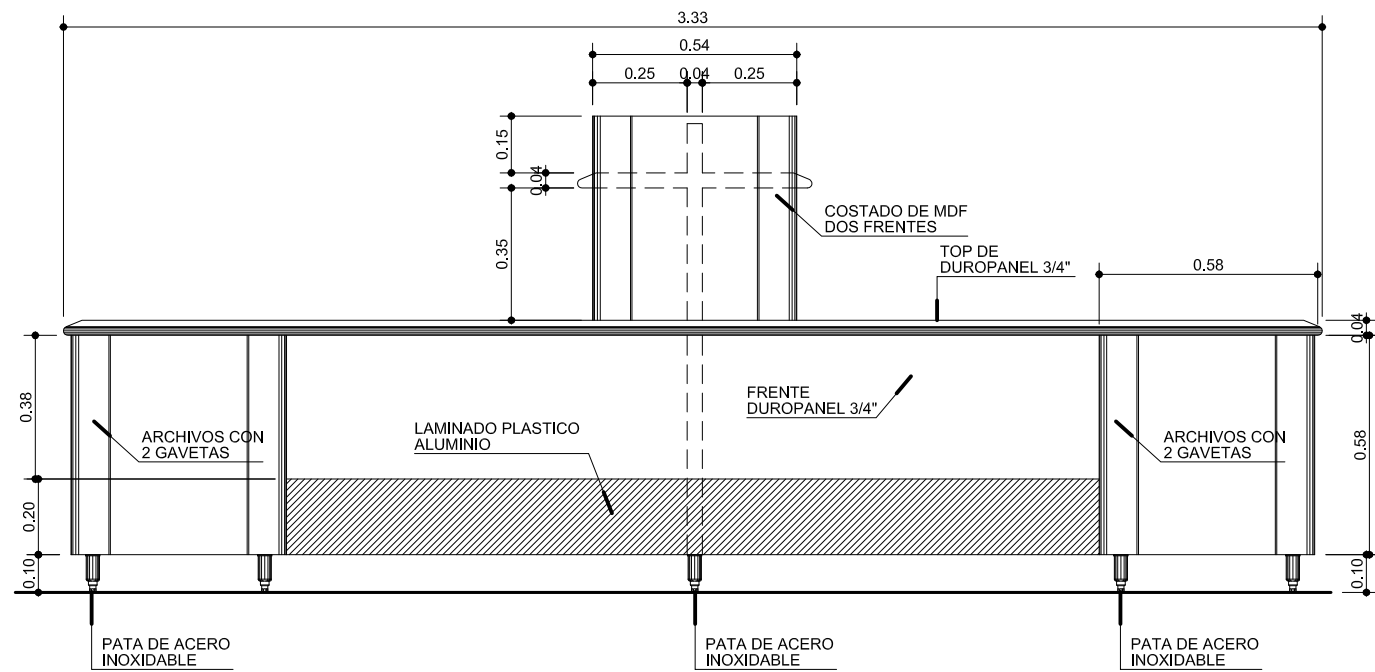
ESCRITORIOS ADMINISTRACIÓN

ESCALA 1:50

Hospital de Día "MULTIMEDICA"

EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA

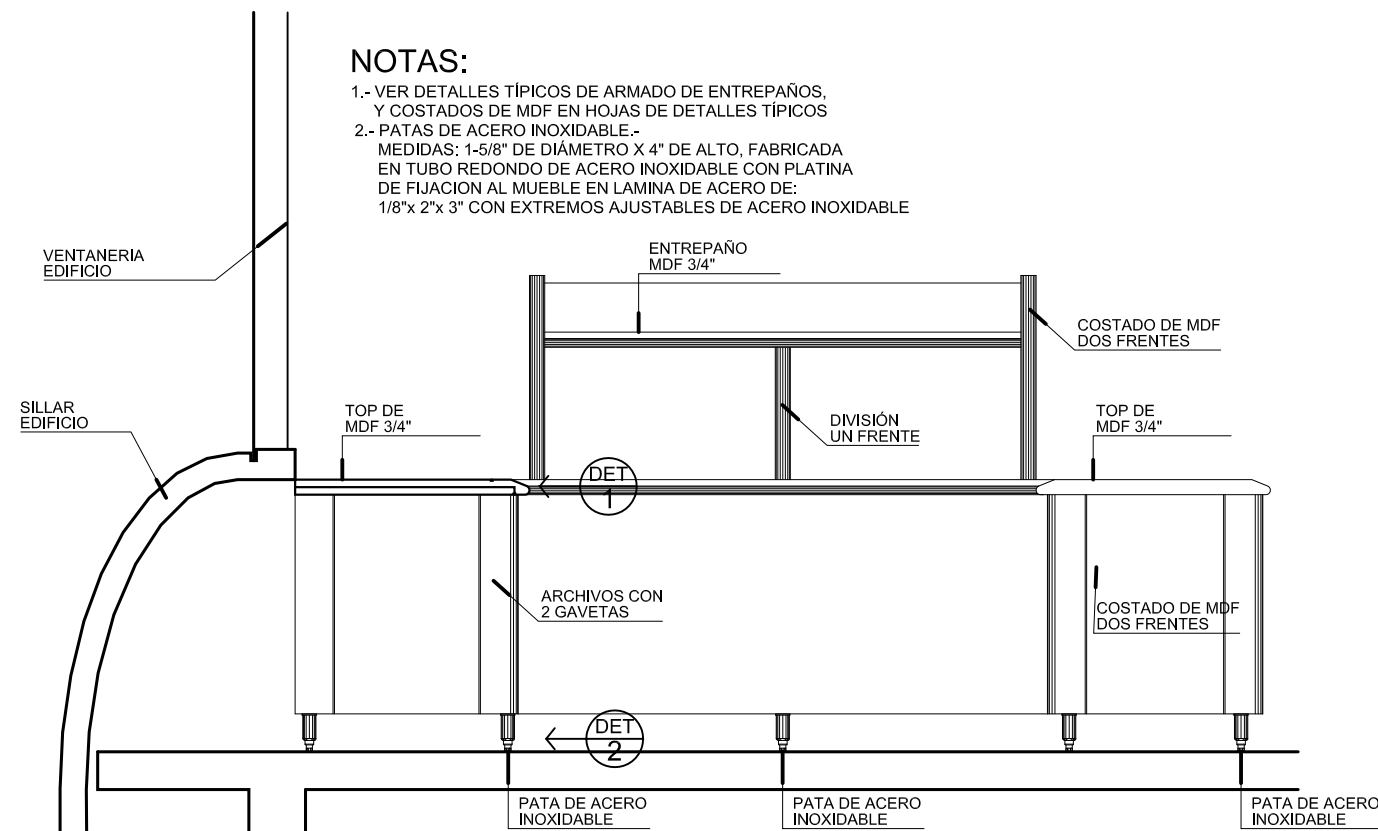




ELEVACIÓN TÍPICA



VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS



NOTAS:

- 1.- VER DETALLES TÍPICOS DE ARMADO DE ENTREPAÑOS, Y COSTADOS DE MDF EN HOJAS DE DETALLES TÍPICOS
- 2.- PATAS DE ACERO INOXIDABLE.- MEDIDAS: 1-5/8" DE DIÁMETRO X 4" DE ALTO, FABRICADA EN TUBO REDONDO DE ACERO INOXIDABLE CON PLATINA DE FIJACION AL MUEBLE EN LAMINA DE ACERO DE: 1/8"x 2"x 3" CON EXTREMOS AJUSTABLES DE ACERO INOXIDABLE

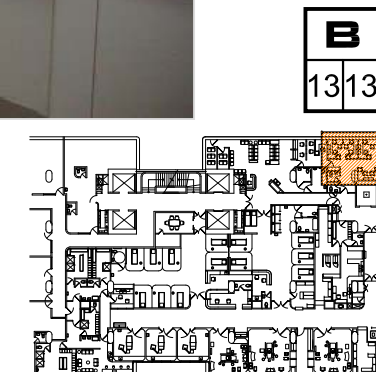
SECCIÓN TÍPICA

ESCRITORIOS ADMINISTRACIÓN

ESCALA 1:20



VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS



Hospital de Día "MULTIMEDICA"

EL USO DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA EN MOBILIARIO PARA AMBIENTES ARQUITECTÓNICOS, DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA

6.6.3 Colegio Viena Aulas de Química y Física

En las instalaciones de esta institución el espacio asignado para el proyecto se ubico en un área de 160 M², destinado para laboratorio de física y química, donde habría que planificar y diseñar un mobiliario funcional así como también distribuir los espacios en tres áreas de trabajo: Dos áreas de práctica de laboratorio y una de preparación.

Para todas las áreas mencionadas, se diseño el mobiliario, de acuerdo con la función y al tipo de usuarios que en este caso serían estudiantes y profesores de nivel básico y diversificado, por lo que se pensó en un diseño de muebles modulares libres, de fácil mantenimiento y limpieza, al mismo tiempo de una estética agradable y ergonómica.

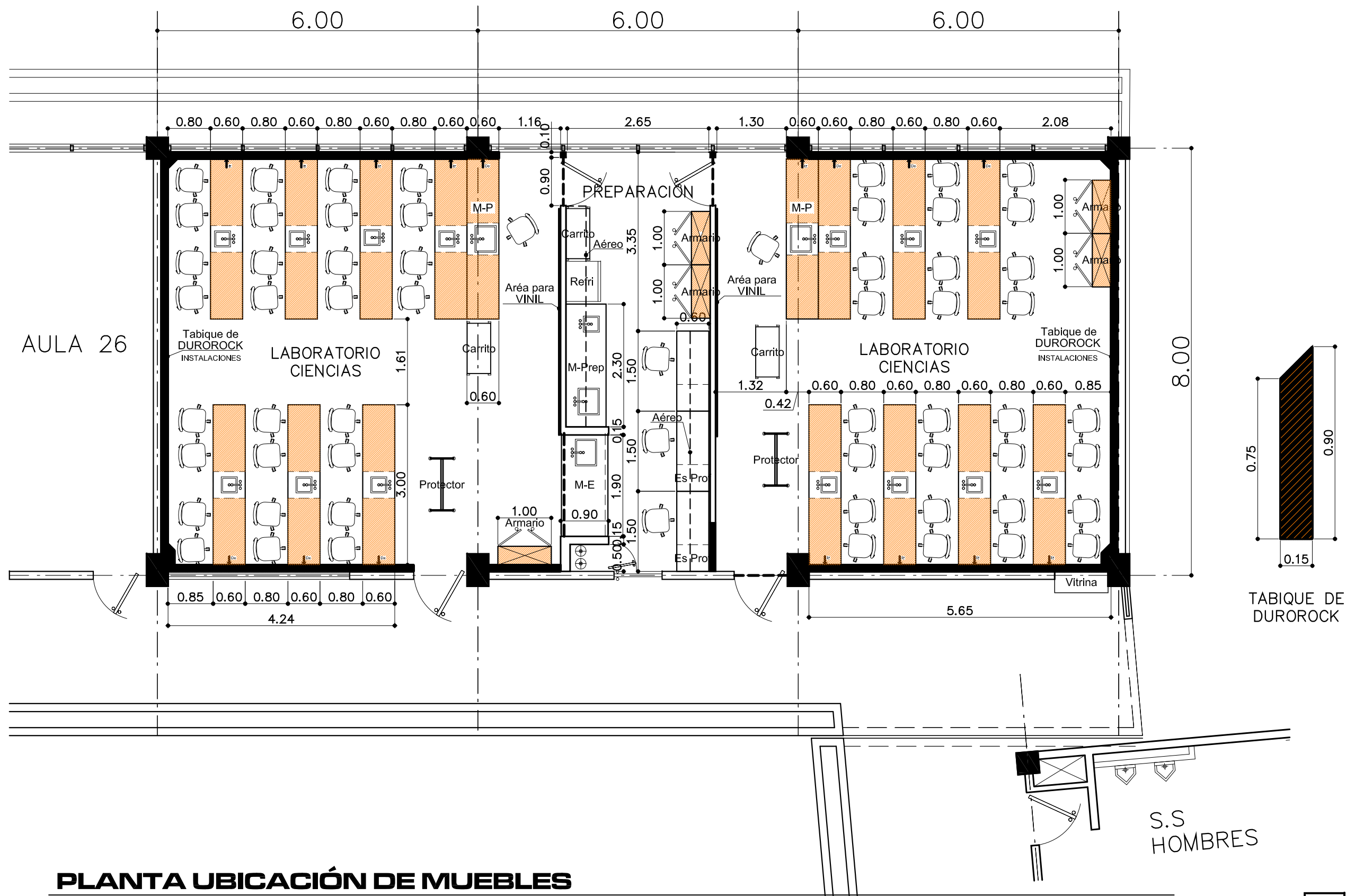
Los materiales utilizados para la fabricación del mobiliario antes mencionado, fueron aglomerados de madera de fibras o MDF, laminados plásticos (Formica), melanina, tops de mármol sintético, cantos de PVC, anclaje a base de tornillos Spax de diferentes medidas.

El tipo de muebles fabricado consistió en: mesas rectangulares, para laboratorio y armarios.

En la elaboración del mobiliario se utilizaron diferentes técnicas de fabricación tales como: forrado con laminados, tops de mármol sintético, acabados con cantos de PVC, herrajes metálicos y anclaje con tornillos para madera tipo Spax.

Se elaboraron diferentes tipos de planos, (incluyendo detalles para la fijación de las piezas), los cuales se adjuntan en el orden siguiente:

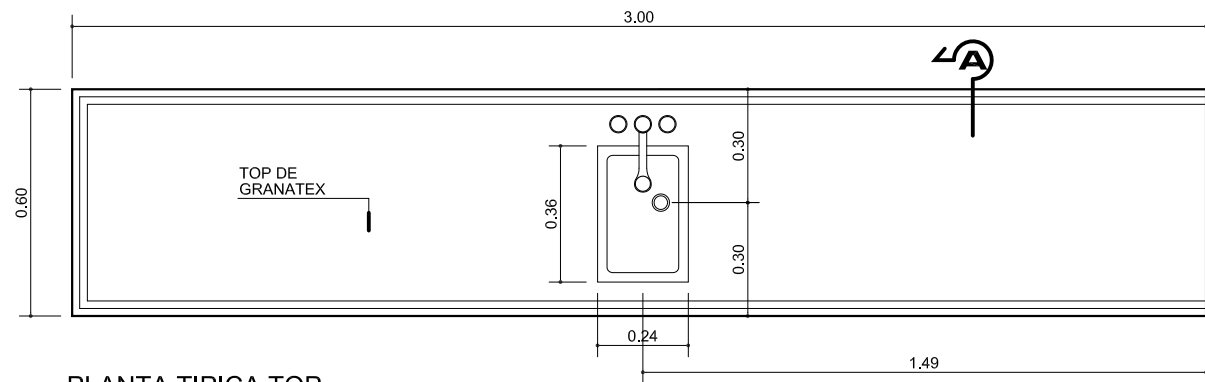
- C-1/4 Planta de ubicación de muebles
- C-2/4 Detalle de mesa para laboratorio
- C-3/4 Detalle de mesa típica de laboratorio
- C-4/4 Detalles típicos de armario de laboratorio.



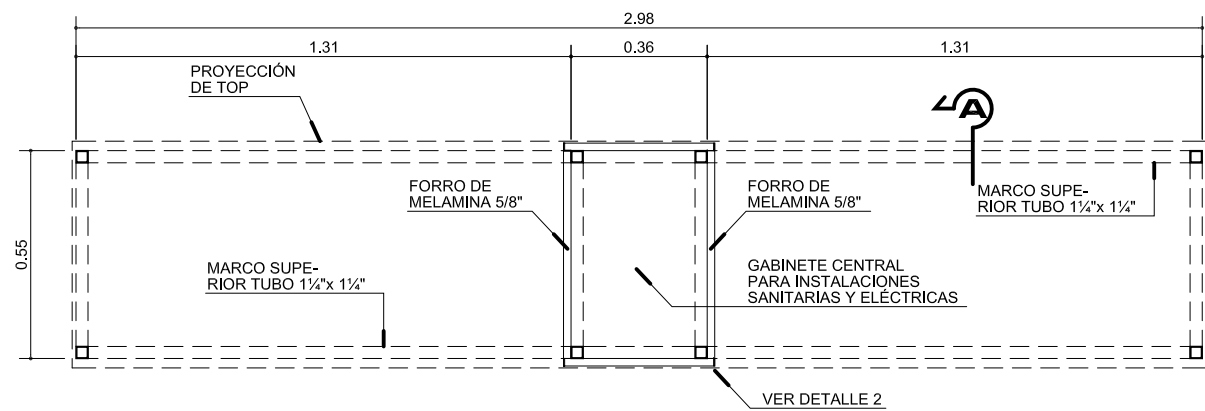
PLANTA UBICACIÓN DE MUEBLES

ESCALA 1:75

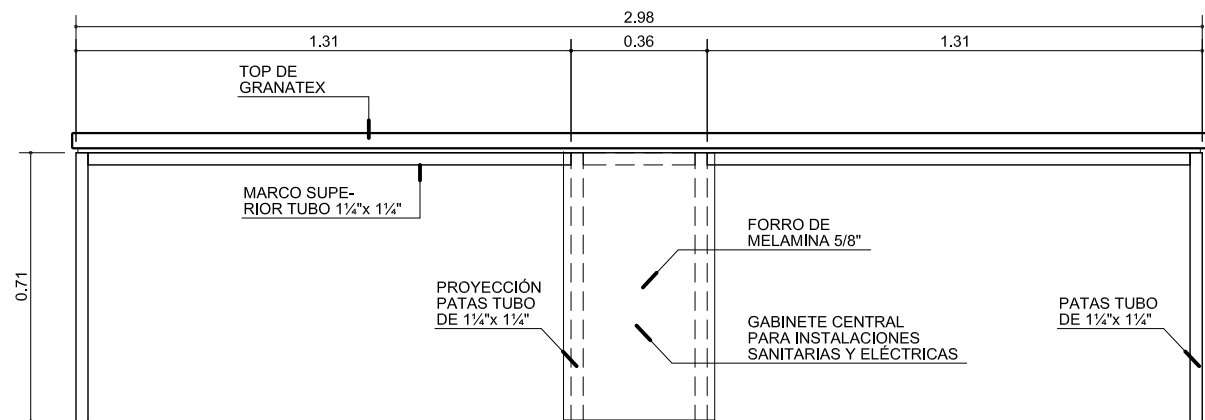
S.S
HOMBRES



PLANTA TIPICA TOP



PLANTA ESTRUCTURA MESA



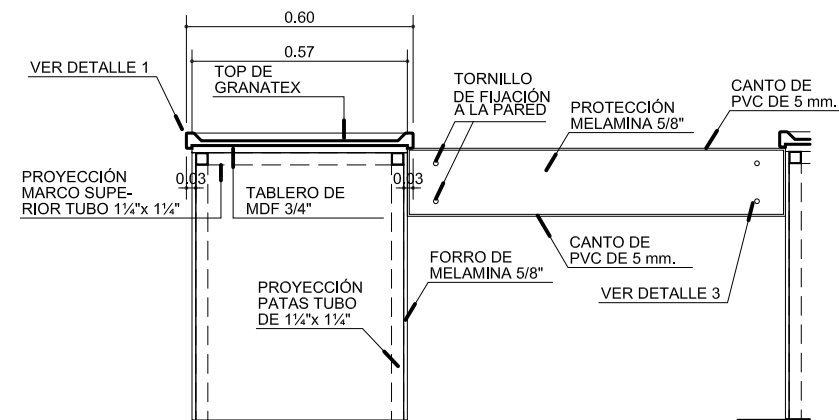
ELEVACIÓN MESA TIPICA

DETALLE MESA TIPICA LABORATORIO

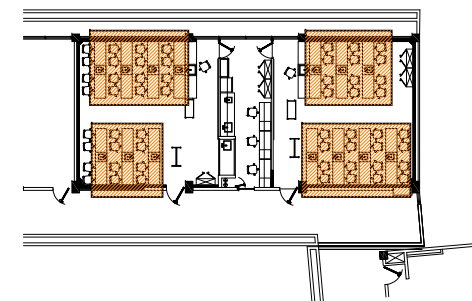
ESC. 1:20



VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS



SECCIÓN MESA TIPICA



C
24



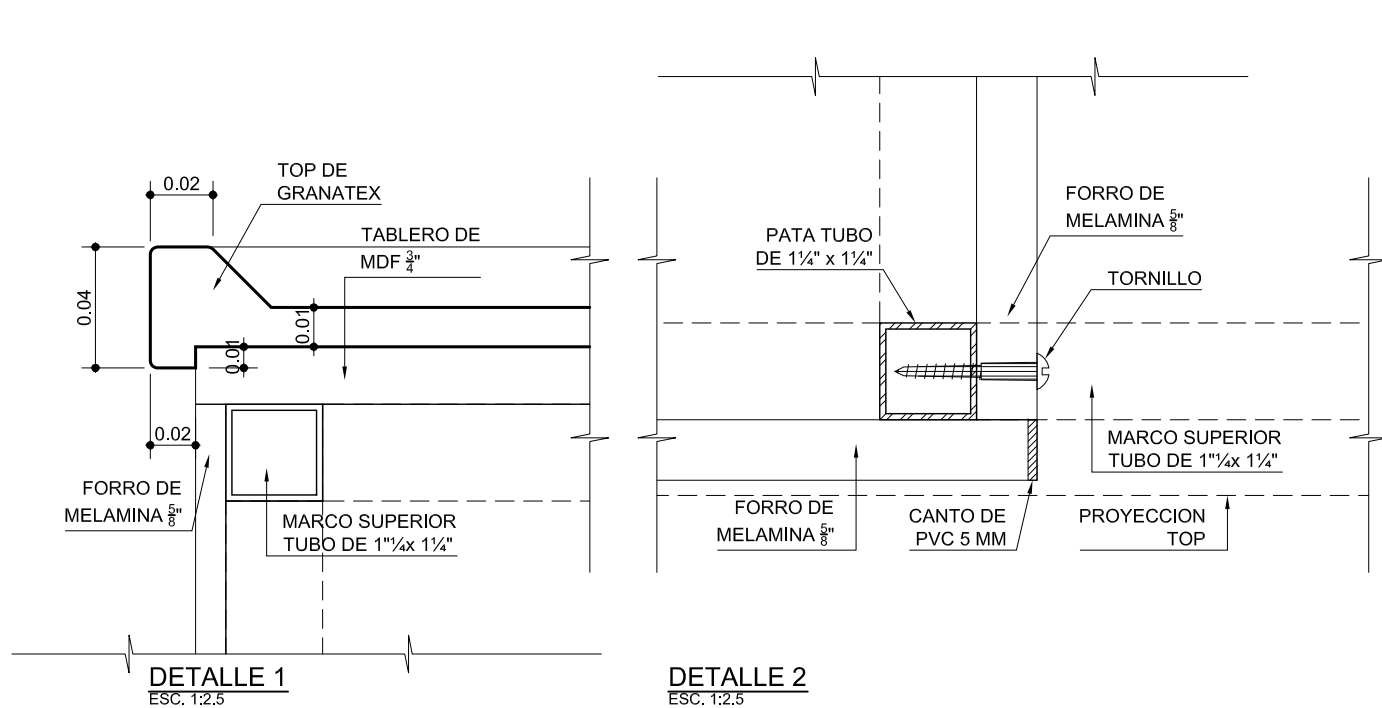
VISTA DEL GABINETE CENTRAL



VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS

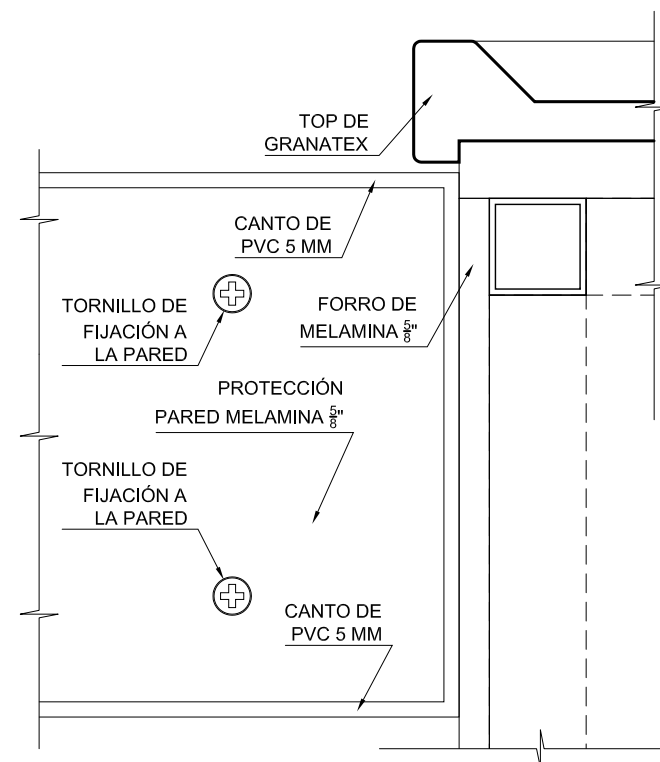


VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS

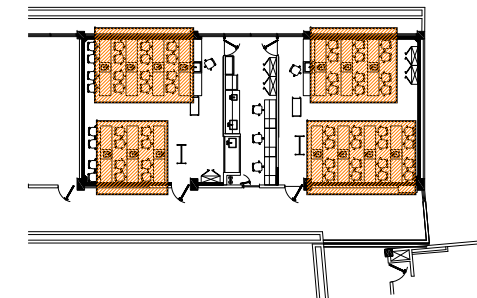


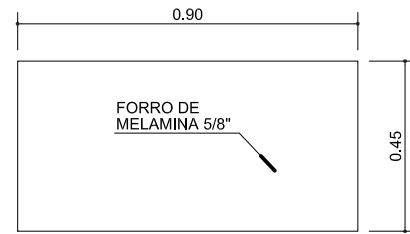
DETALLES TIPICOS MESA DE LABORATORIO

ESCALA 1:2.5

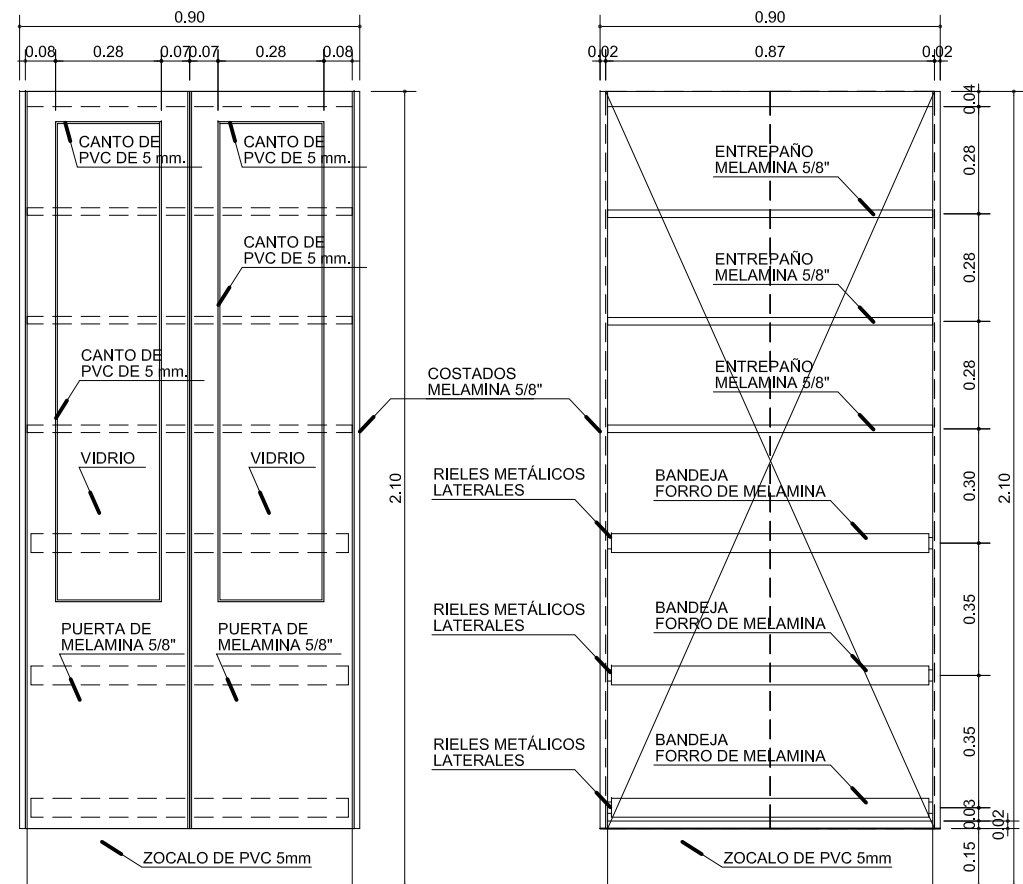


DETALLE 3
ESC. 1:2.5





PLANTA



ELEVACIÓN EXTERIOR

ELEVACIÓN INTERIOR



VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS

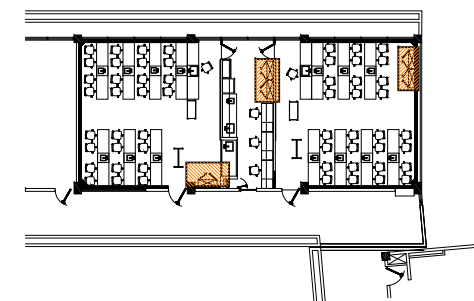


VISTA DEL AMBIENTE CON LOS MUEBLES TERMINADOS

DETALLE ARMARIO LABORATORIOS

ESC. 1:20

C
4 4



6.6.4. Detalles típicos para armado muebles

Se incluye planos de los detalles generales para el armado y fabricación de muebles, en el orden siguiente:

- D-1/8 Detalle típico banca
- D-2/8 Costado un frente
- D-3/8 Costado doble frente
- D-4/8 Entrepañó un frente
- D-5/8 Detalle doble frente
- D-6/8 Vista interior de entrepañó y costado ubicación de sus piezas
- D-7/8 Vista exterior de entrepañó y costado ubicación de sus piezas
- D-8/8 Vista inferior y superior de entrepañó y costado ya anclados



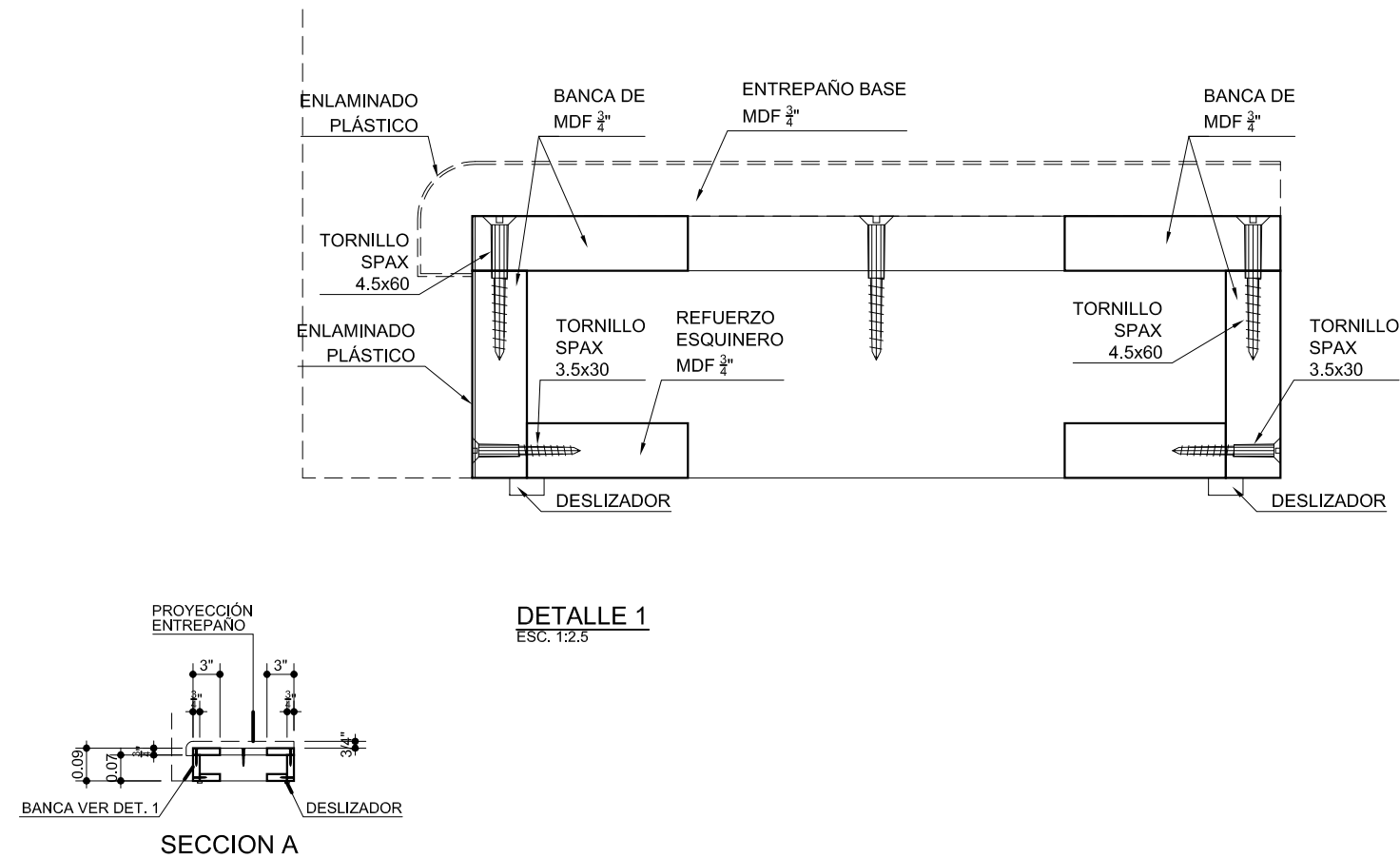
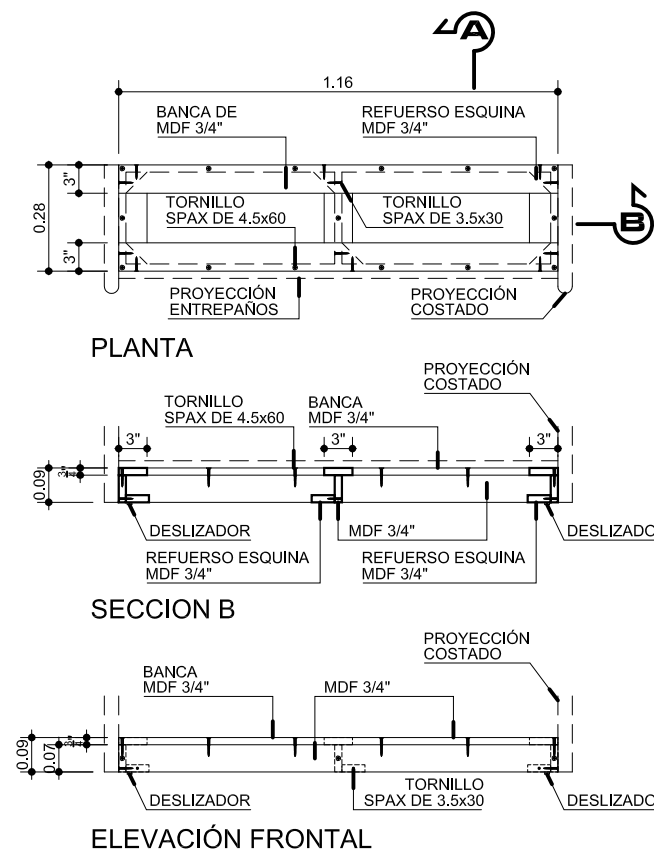
VISTA SUPERIOR DEL ARMADO DE BANCA



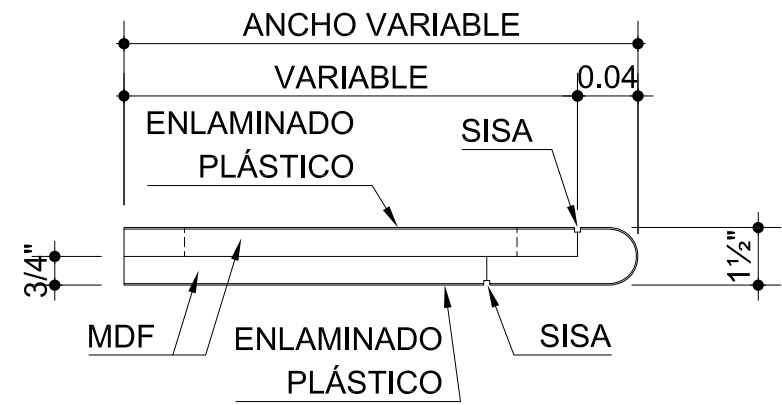
VISTA INFERIOR DEL ARMADO DE BANCA



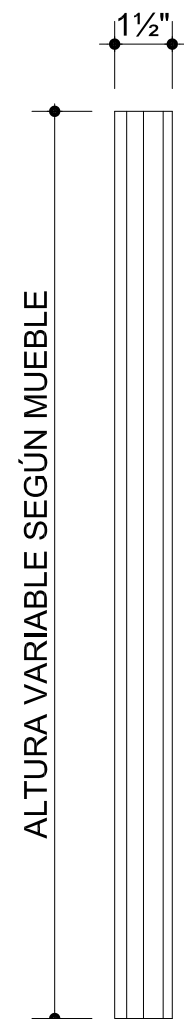
DETALLE DEL DESLIZADOR Y REFUERZO EN ESQUINA



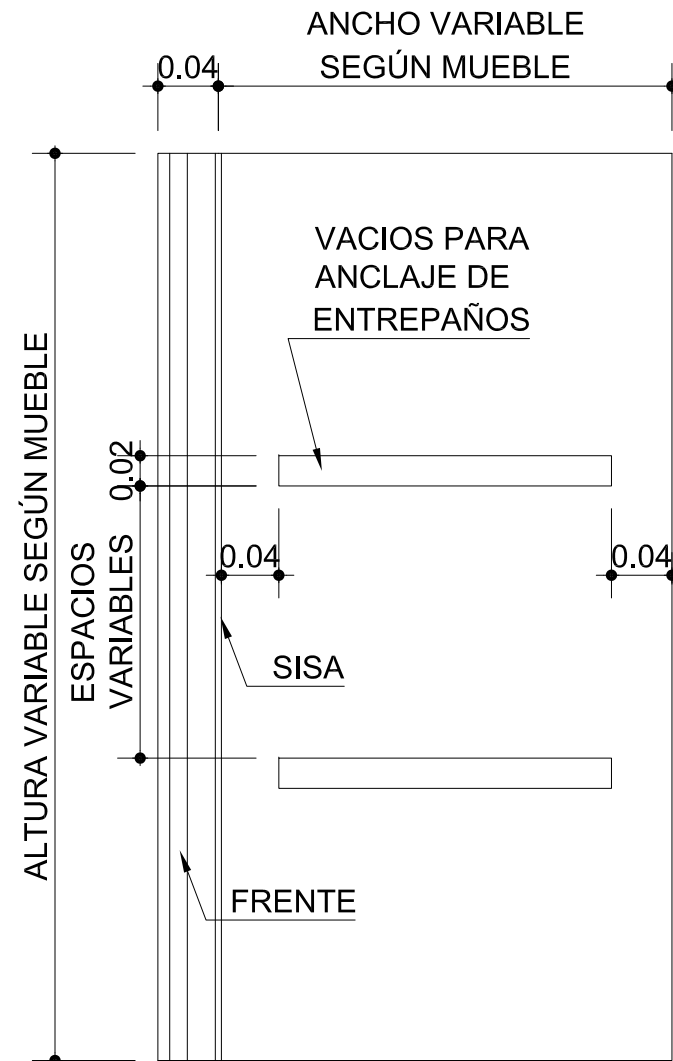
DETALLE TIPICO DE BANCA
ESC. 1:20



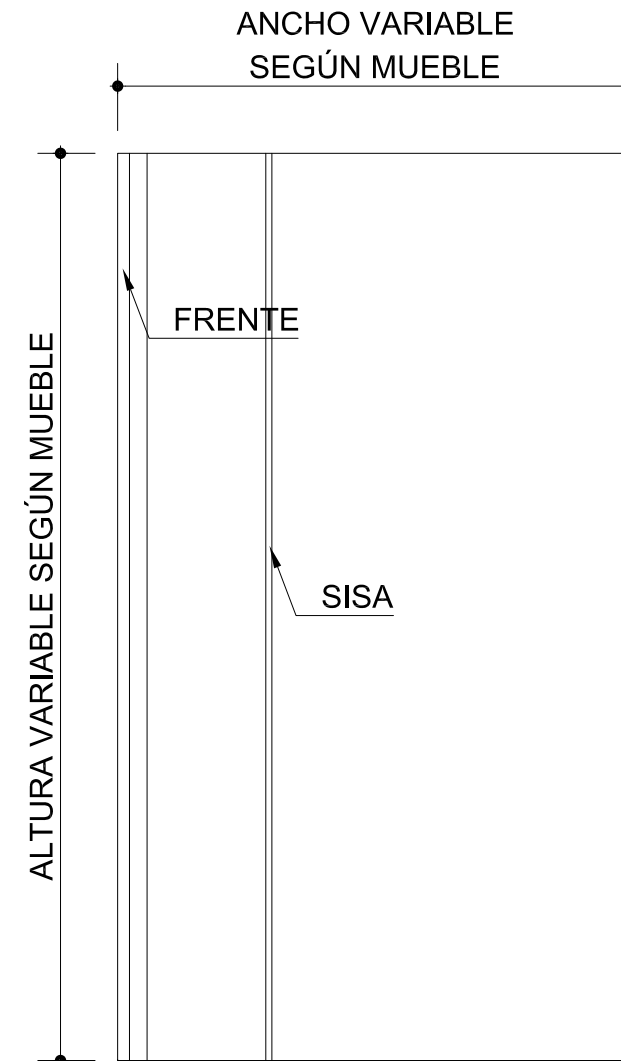
PLANTA



FRONTAL



LATERAL INTERIOR

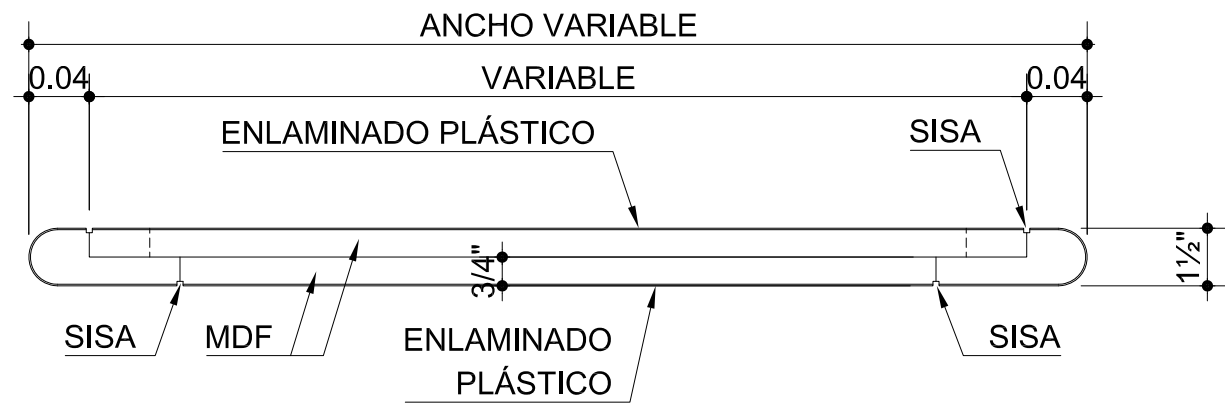


LATERAL EXTERIOR

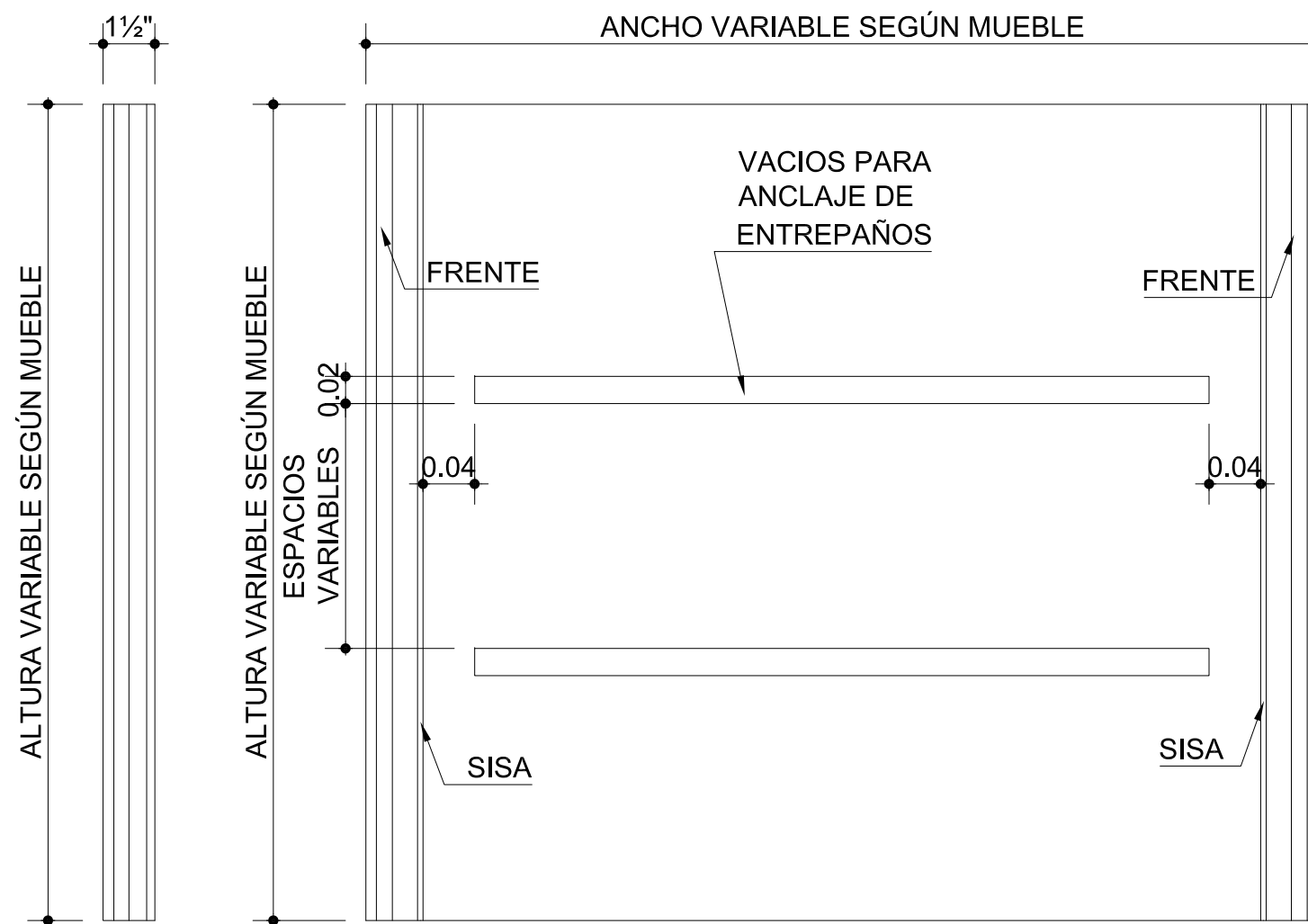
COSTADO UN FRENTE

ESCALA 1:5

DETALLES TÍPICOS ARMADO COSTADOS

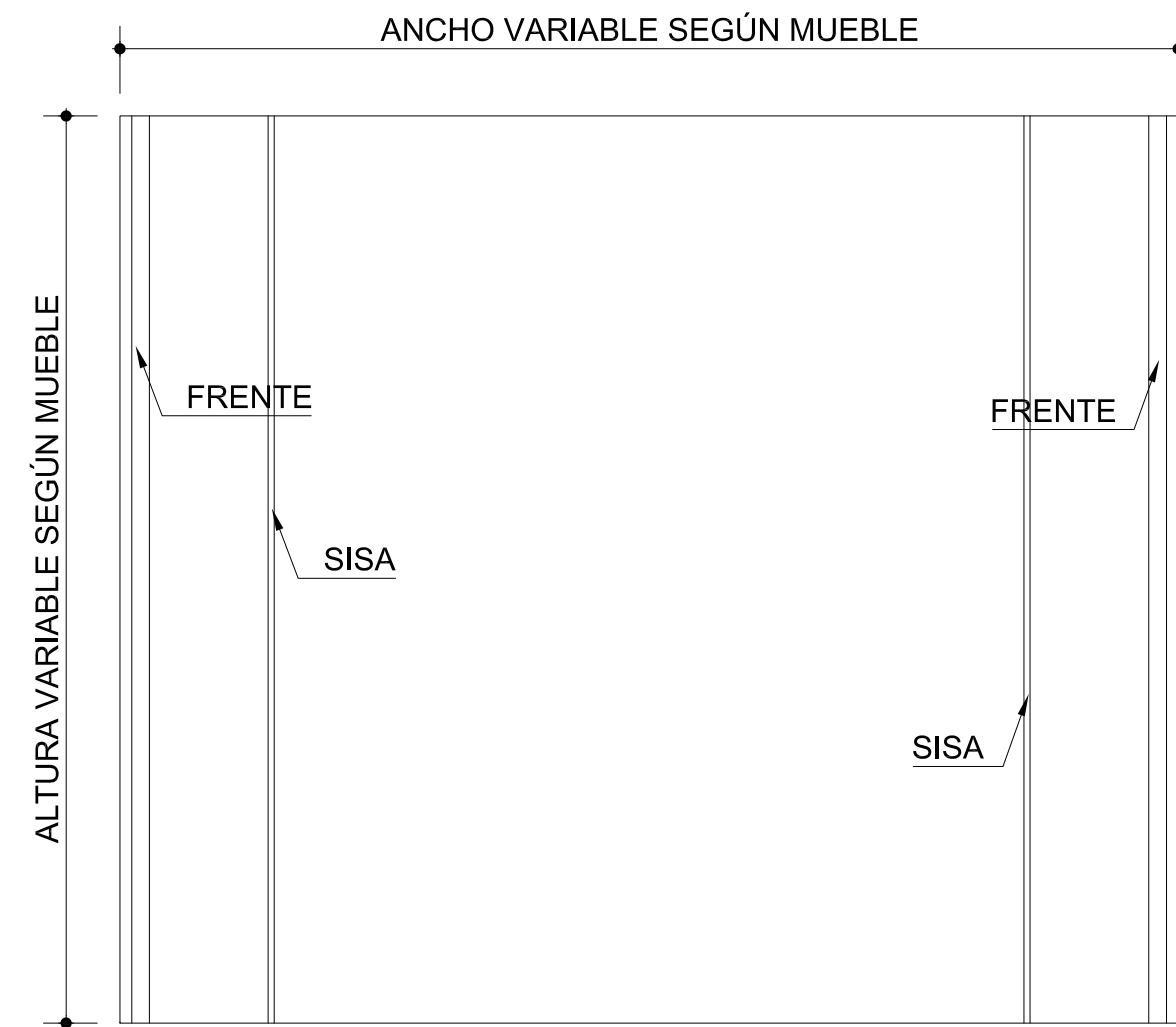


PLANTA



FRONTAL

LATERAL INTERIOR



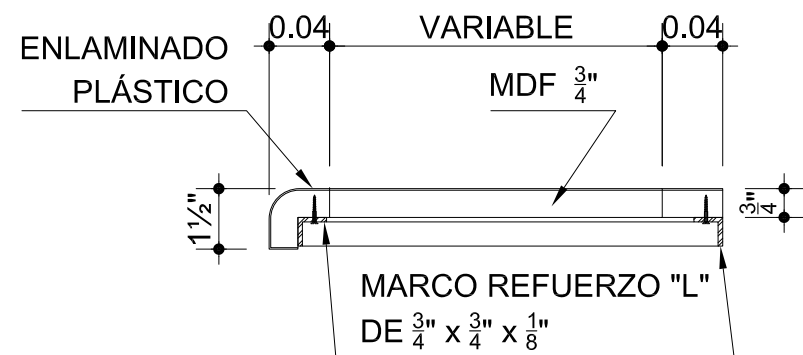
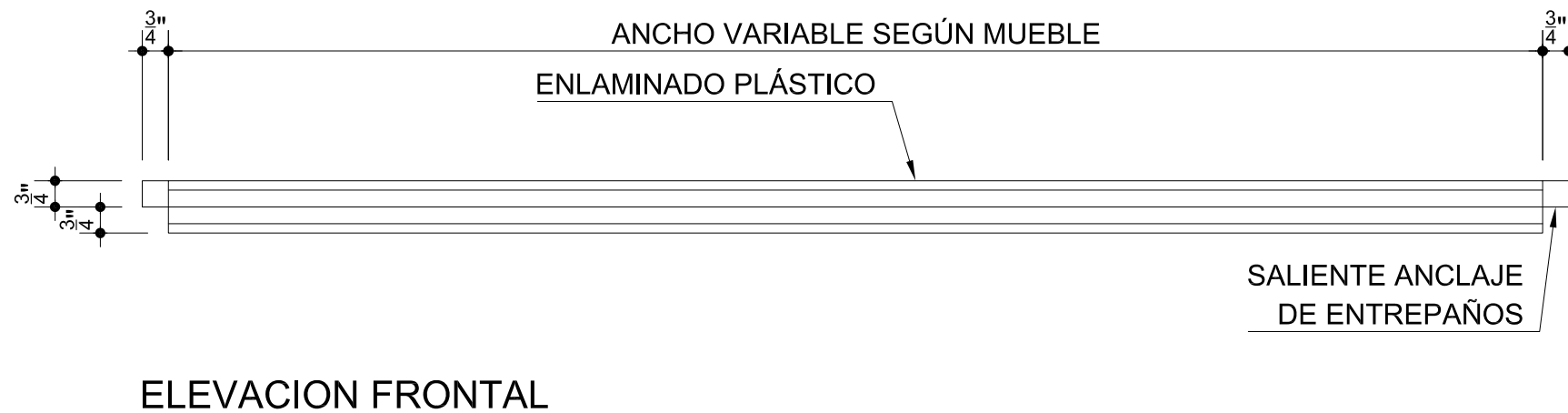
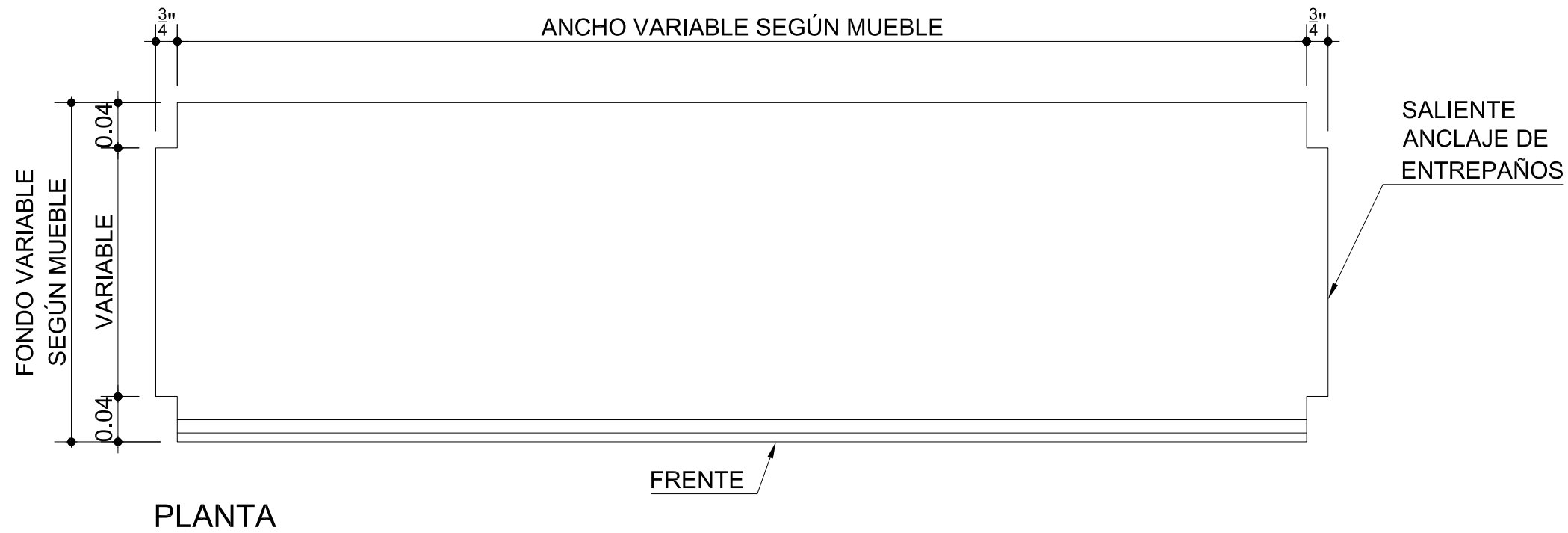
LATERAL EXTERIOR

COSTADO DOBLE FRENTE

ESCALA 1:5

DETALLES TÍPICOS ARMADO COSTADOS

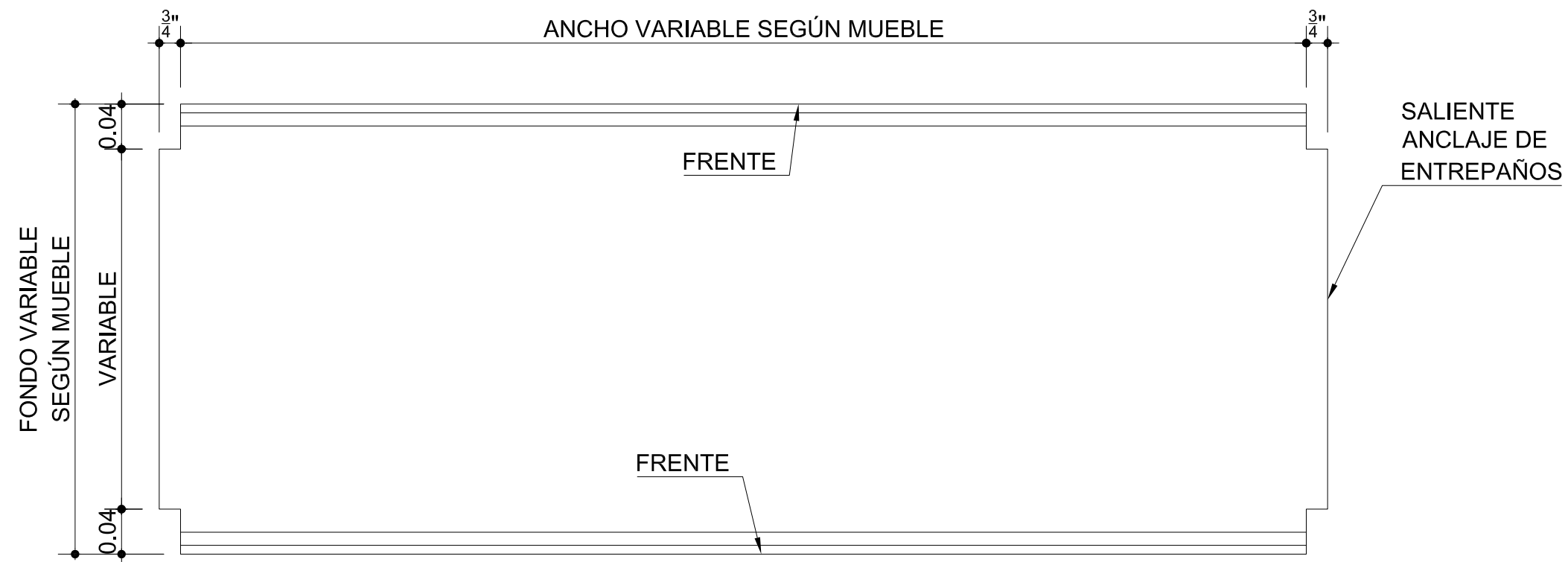




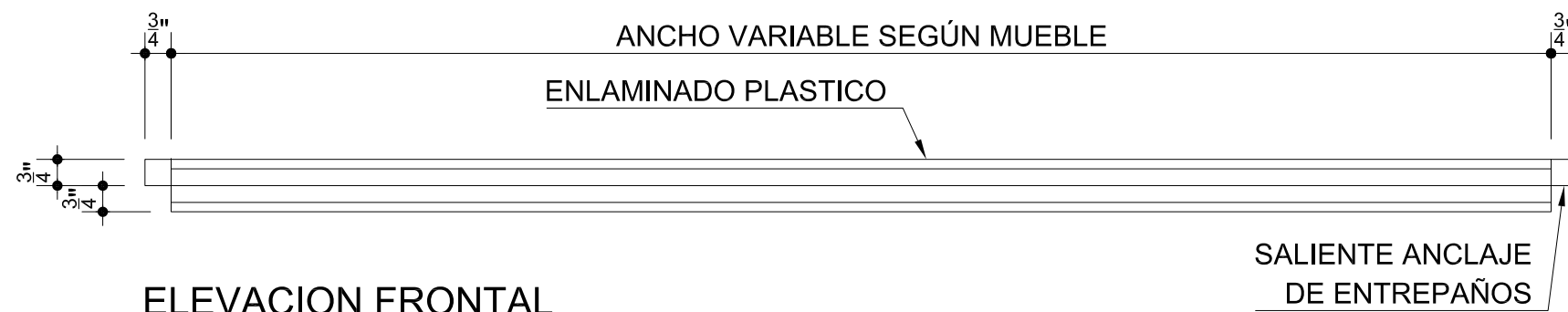
ENTREPAÑO UN FRENTE

ESCALA 1:5

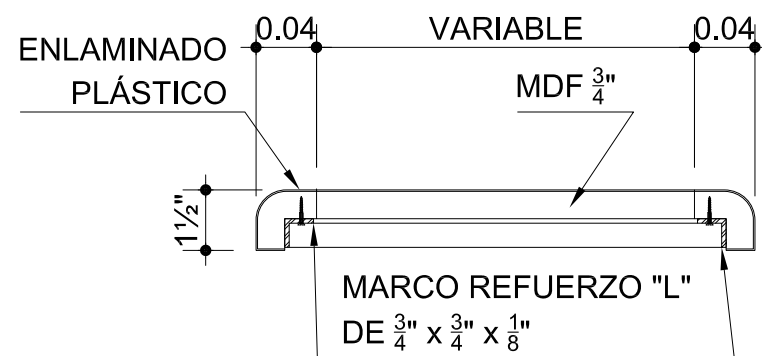
DETALLES TÍPICOS ARMADO ENTREPAÑOS



PLANTA



ELEVACION FRONTAL

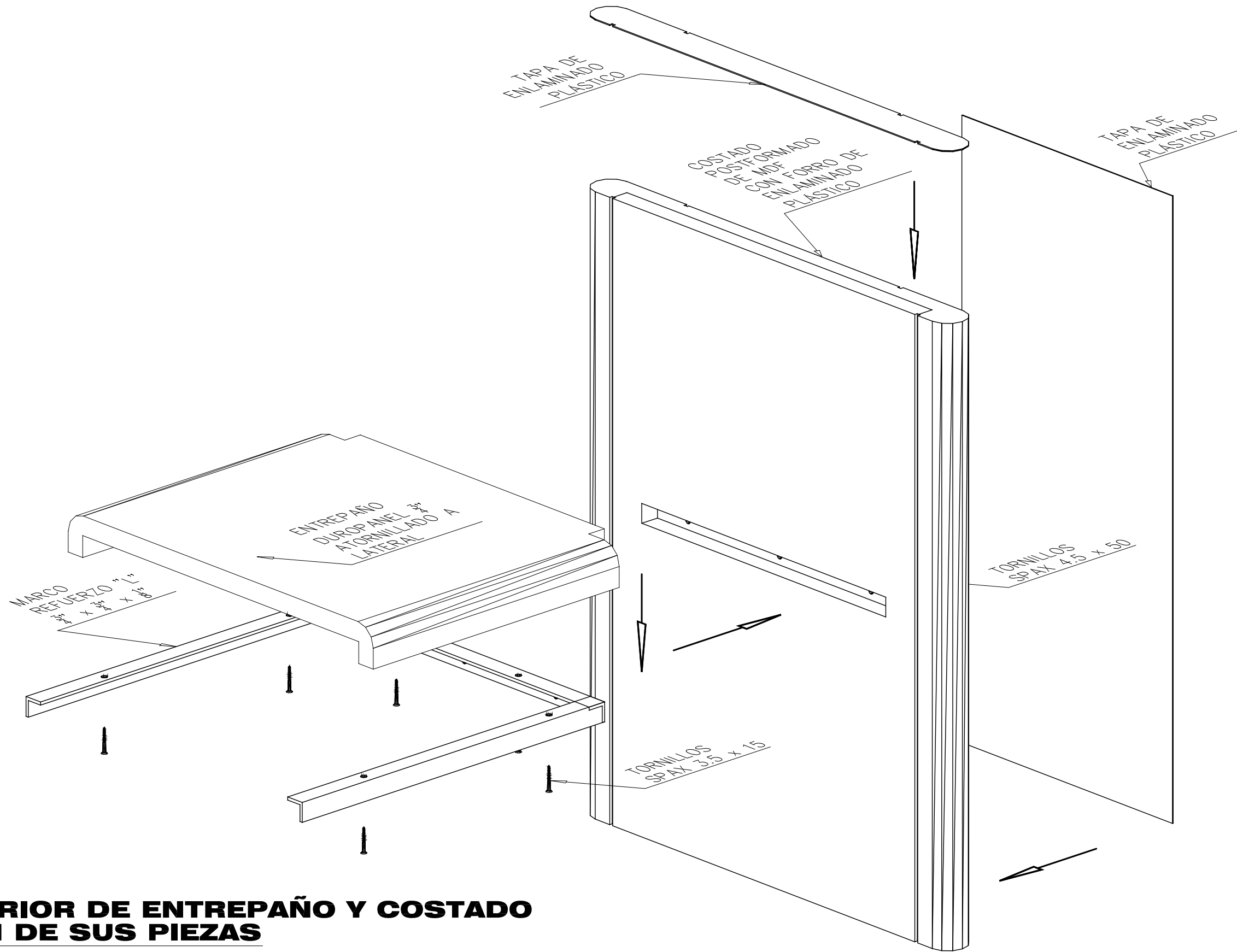


ELEVACION LATERAL

ENTREPAÑO DOBLE FRENTE

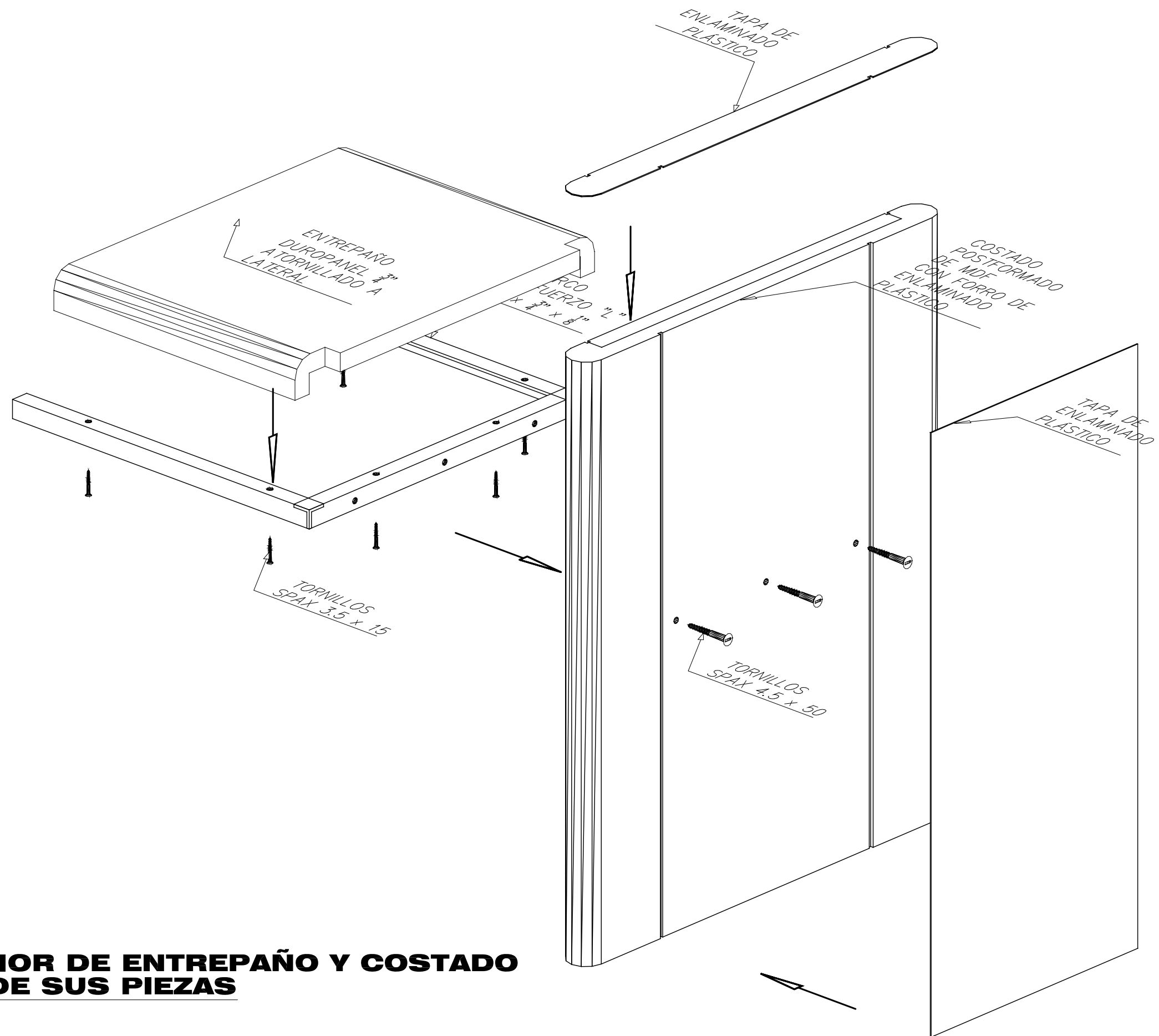
ESCALA 1:5

DETALLES TÍPICOS ARMADO ENTREPAÑOS



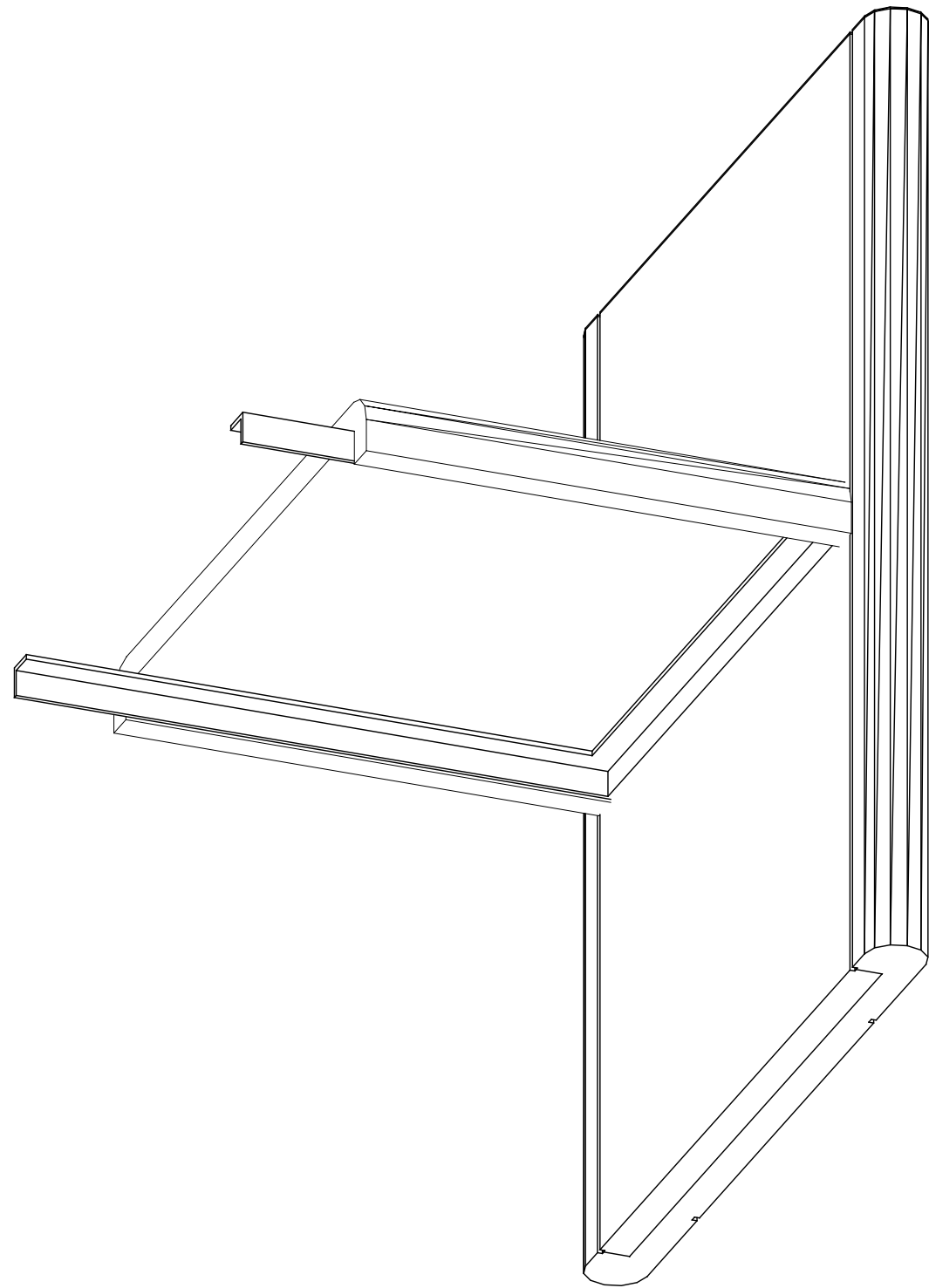
**VISTA INTERIOR DE ENTREP AÑO Y COSTADO
UBICACION DE SUS PIEZAS**

ESCALA 1: SIN



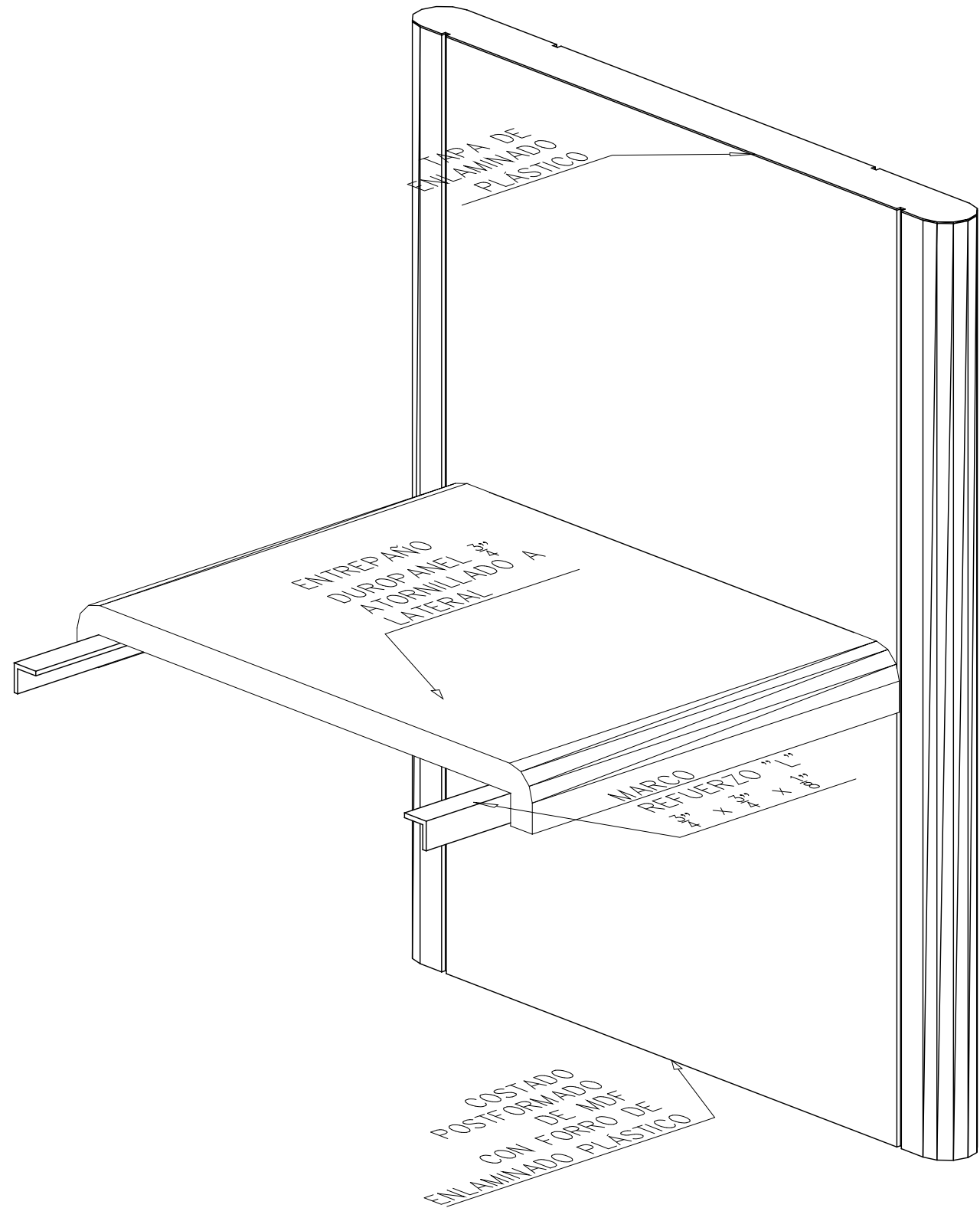
**VISTA EXTERIOR DE ENTREPAÑO Y COSTADO
UBICACION DE SUS PIEZAS**

ESCALA 1: SIN



VISTA INFERIOR DE ENTREPAÑO Y COSTADO YA ANCLADOS

ESCALA 1: SIN



VISTA SUPERIOR DE ENTREPAÑO Y COSTADO YA ANCLADOS

ESCALA 1: SIN

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

1. Un ejemplo práctico de la versatilidad que poseen los aglomerados de madera para el diseño de muebles, ha sido expuesta en el presente trabajo de tesis en proyectos realizados para una biblioteca, un hospital y un laboratorio, los cuales agrupan una diversidad de muebles comúnmente utilizados en espacios arquitectónicos, en los que se proyecta una buena y cuidadosa ejecución, el uso de posformados que garantiza y prolonga la vida útil de dicho mobiliario además de prever un bajo mantenimiento.
2. La sustitución de madera aserrada por tableros de aglomerados de madera en mueblistería para ambientes arquitectónicos, reduce los inconvenientes económicos y de rendimiento que presenta el uso de madera natural causados por nudos, desviación de la fibra, grietas, alabeos, tensiones, polillas entre otros.
3. Los tableros aglomerados de madera son resistentes al ataque de agentes de deterioro biológico tales como insectos xilófagos, hongos, moho, etc., por estar protegidos con sustancias (resinas) que evitan la contaminación y proliferación de éstos.
4. En cuanto a dimensiones los tableros aglomerados se fabrican en formatos de mayor tamaño (1.22 x 2.44 m.) que los que se puedan obtener en piezas de madera aserrada, lo que permite cubrir con mayor facilidad grandes superficies.
5. Los tableros aglomerados de madera pueden diseñarse para satisfacer necesidades específicas, modificando los procedimientos de fabricación (térmicos o mecánicos) y/o agregando componentes a base de diversas sustancias, con el propósito de lograr elementos con determinadas características de resistencia al agua, al fuego, a la pudrición y para aplicaciones estructurales.
6. Las dificultades que presenta la madera natural al trabajarla son inexistentes en los tableros aglomerados de madera, por ser materiales homogéneos, que mecánicamente superan el comportamiento de la madera natural.
7. Cada tipo de tablero aglomerado de madera deberá ser utilizado en las condiciones recomendadas por el fabricante; por ejemplo, en condiciones severas de humedad, se afecta la durabilidad de estos materiales.
8. El uso de tableros aglomerados de madera en mueblistería, reduce los tiempos y esfuerzos de fabricación, montaje y ejecución de los proyectos a realizar, por lo que se pueden obtener precios muy competitivos en relación con la madera natural.

9. Finalmente los tableros aglomerados de madera o reconstituidos, actualmente representan una alternativa para sustituir el uso de maderas aserradas, que desde mediados del siglo pasado han entrado en un régimen de restricción global por el agotamiento que han sufrido los bosques, y por consiguiente los efectos que este agotamiento ha tenido en el cambio climático junto a otros factores de deterioro (aumento de la concentración de anhídrido carbónico - CO₂ - proveniente de combustibles fósiles), para lo cual no existe una solución inmediata; por lo que se estima que el uso racional de la madera a través de los productos que la industria maderera impulsa, tales como, los tableros aglomerados, será una de las alternativas de solución, que en última instancia es lo más conveniente según científicos y profesionales que se dedican al estudio para la conservación ambiental mediante el uso sustentable de los recursos naturales.

RECOMENDACIONES

1. Dar a conocer a través módulos informativos de actualización, la diversidad de productos que la industria de la madera coloca en el mercado, tales como la creciente variedad de tableros aglomerados de madera, teniendo en cuenta el aumento previsible de la demanda.
2. Documentar a profesionales y estudiantes sobre las ventajas que tiene el uso de los aglomerados de madera, en relación con la madera aserrada; asimismo sobre sus limitaciones, como en todos los materiales de construcción.
3. Crear una cultura de calidad en el servicio profesional, que comprometan inclusive a los diferentes sectores de la ejecución de la obra (diseñadores, carpinteros, ayudantes, etc.) para realizar el mejor trabajo posible.
4. Crear conciencia acerca de la cantidad y calidad de los recursos maderables de la nación; ya que, en la medida que se haga uso razonable de estos recursos, se estará contribuyendo a la conservación del ambiente del planeta.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

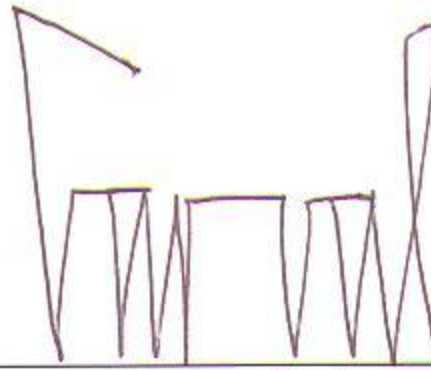
1. **Alvarado Espinoza, Jennifer Anely.** Centro de capacitación para la utilización de la madera en la construcción y las artes menores. Guatemala: USAC, 2006.
2. **Archila Manzo, Henry Waldemar.** Aprovechamiento de la madera en contrachapado y aglomerados en la industria de puertas y muebles en Guatemala. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. USAC. 1,999.
3. **Eco certificación de la Madera.** Deforestación. Bosques. Certificación forestal. Amenazas forestales. Internet, Categoría: Ecología y Medio Ambiente. Info@rincondelvago.com
4. **Enciclopedia de la Construcción.** La Madera en la Construcción. Nuevas Bibliotecas de la Construcción. Ediciones Dal y S. L.
5. **Enciclopedia Encarta.** Artículo de la Enciclopedia Encarta: Madera.
6. **Estupe Hernández, Jorge.** Administración por procesos continuos en la industria de muebles y artículos de madera. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Económicas, Administración de Empresas. USAC, 1992.
7. **Flores Pereira, Leonardo.** Aplicación industrial de la madera en la arquitectura guatemalteca. Guatemala: USAC, 1975.
8. **Kidder, Frank E., C.E., Ph. D.** Manual del Arquitecto y del Constructor. Trad. Santiago Alonso. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. México D.F. 1967.
9. **Madera. Materiales de construcción.** Estructura macroscópica. Conservación. Utilidades madereras. Internet, Categoría: Arquitectura, Obras y Construcción. info@rincondelvago.com
10. **Maldonado Ordoñez, Oscar Armando.** Estudio comparativo de la durabilidad de cinco especies de madera de Petén, Guatemala y determinación de la concentración óptima de soluciones de pentaclorofenol para su tratamiento. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química. USAC, 1969.
11. **Materiales Aglomerantes.** Maderas. Propiedades maderas. Internet, Categoría: Arquitectura, Obras y Construcción. info@rincondelvago.com
12. **Merritt, Frederick S.** Manual del Ingeniero Civil. Tomos I y II. Trad. Felipe Castro Navarrete. Et Al. Mc. Graw - Hill/ Interamericana de México, S.A. de C.V. 1988.

13. **Morales Mancilla, César Alfredo.** Madera laminada en arquitectura. Guatemala: USAC 1987.
14. **Peraza, Fernando, Francisco Arriaga y J. Enrique Peraza.** Tableros de Madera de Uso Estructural. Asociación de Investigación Técnica de la Industrias de la Madera y Corcho – AITIM. Ed. Artes Gráficas Palermo, S.L., Madrid, España. 2004.
15. **Reyes Álvarez, Alma Julieta.** La madera y su industrialización en Guatemala. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Económicas. Auditoria. USAC, 1982.
16. **Sazo, Sergio Estuardo.** Implementación del uso de aglomerados de madera como alternativa en la industria de muebles. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial. USAC, 2005.
17. **Stone Robert N. y George A. Mc. Swain.** La industria Norteamericana de paneles derivados de la madera. Folleto del Servicio Forestal de los Estados Unidos, Madison, Wisconsin. 2004.
18. **Tableros Contrachapados y otros paneles a base de madera.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO. Roma, 1968.
19. **Toc Cojulún, Erick Esturado.** Estrategias promocionales para el desarrollo de la pequeña empresa fabricante de productos de madera (puertas y Closet). Caso práctico. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Económicas, Administración de Empresas. USAC, 2006.

Páginas web

generadorprecios.cype.es/fabricantes/thermochip/
<http://export.com.gt>
<http://fai.unne.edu.ar/biología/im...>
<http://franjabadu.com.ar/blog/wp-content/apuntes/arquitectura/estructuras>
<http://www.fao.org/docrep/T0269S/t0269S05thtm>
<http://www.geocities.com/cokevilchez/madera.htm>
<http://www.papelnet.cl/mader/madera.htm>
http://www.syploc.com/imagenes/aglomerado_desnudo.jpg
www.2udeccl/panorama/p569/4htm
www.Adamrowe
www.archiespo.es/fabricante-arquitectura_desi
www.arkineta.com
[www.bosques-naturales.com/actividad que mader...](http://www.bosques-naturales.com/actividad_que_mader...)
[www.bricotodo.com/tipos de tableros.htm](http://www.bricotodo.com/tipos_de_tableros.htm)
www.chestilesei.it/tutto-sul-mobile/
www.mineco.gob./mineco/calidad/acreditación/coquaiso900.pdf
www.mirayvuela.com
www.odisea2008.com/2008_10_01.archive.html
www.proyectmetal.cl/imagenes/site/sack
www.rae.es/
[www.steel.com/es/playwood_chair_charles e...](http://www.steel.com/es/playwood_chair_charles_e...)
www.telcom.es%7Ejcastjr/aviones/antiguos.html
[www.wikipedia.org/wiki/Mamfred von Richthof](http://www.wikipedia.org/wiki/Mamfred_von_Richthof)
www.xisemanal.com

IMPRÍMASE,



Arquitecto Carlos Enrique Valladares Cerezo
Decano Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala

A handwritten signature in black ink, written in a cursive style. The signature is somewhat stylized and difficult to read, but it appears to be 'Luis Fernando Salazar García'.

Arquitecto Luis Fernando Salazar García
Asesor

A handwritten signature in black ink, written in a cursive style. The signature is somewhat stylized and difficult to read, but it appears to be 'Luis Fernando Mejicano Díaz'.

Luis Fernando Mejicano Díaz
Sustentante