

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**AISLAMIENTO TERMOACÚSTICO E IMPERMEABILIZACIÓN
DE TECHOS
APLICACIÓN EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL
JORGE CHÁVEZ**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Ronny Rubén Retamozo Palacios

LIMA – PERÚ

2005

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Manuel Renato y Lourdes, que sin su constante apoyo no hubiera sido posible todos los éxitos en mi vida,

A mis hermanas, María Isabel y Salomé, a quienes estimo mucho,

A Manuel, mi hermano que desde lejos estoy seguro está contento con este logro en mi vida,

Y a Patricia, quien me inspira a seguir adelante y ser mejor en mi vida.

AISLAMIENTO TERMOACÚSTICO E IMPERMEABILIZACIÓN DE TECHOS - APLICACIÓN EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ

Contenido

	PAG.
RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	5
<u>CAPÍTULO I</u> : MARCO TEÓRICO	6
1.1 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN DE TECHOS	6
1.2 SISTEMAS DE AISLAMIENTO TERMOACÚSTICO	19
1.3 CONCRETO LIGERO CELULAR	26
<u>CAPÍTULO II</u> : GENERALIDADES DEL PROYECTO	51
2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO	51
2.2 IMPORTANCIA DEL PROYECTO	54
2.3 SISTEMA “ROOFING SYSTEM” Y SUS COMPONENTES	56
<u>CAPÍTULO III</u> : PROCESO CONSTRUCTIVO Y PROBLEMAS PRESENTADOS EN OBRA	66
3.1 OBRAS PRELIMINARES	66
3.2 IMPERMEABILIZACIÓN BITUMINOSA	69
3.3 AISLAMIENTO TÉRMICO DE POLIESTIRENO EXTRUIDO	71
3.4 COLOCACIÓN DE CONCRETO LIGERO	75
3.5 INSTALACIÓN DE PAVIMENTO CON LADRILLO PASTELERO	80
3.6 INSTALACIÓN DE JUNTAS	84
3.7 PROBLEMAS PRESENTADOS EN OBRA	88
3.8 COSTOS DEL PROYECTO	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFÍA	101
ANEXOS	102

RESUMEN

El presente informe abordará en forma sistemática la cobertura de un techo aplicando el sistema *“Roofing System”* y toma como ejemplo de ejecución el proceso de cobertura del techo realizado durante la 1ra etapa de remodelación del *Aeropuerto Internacional Jorge Chávez*, durante 07 meses, que fue el tiempo en que se ejecutó el proyecto.

Este sistema de cobertura de techos, *“Roofing System”*, permite el aislamiento térmico y acústico, disminuyendo considerablemente la transferencia de calor y ruidos externos. A su vez el sistema impermeabiliza la superficie del techo, evitando la filtración de cualquier fluido hacia el nivel inferior.

El sistema contempla una estructura tipo *“sándwich”*, compuesta básicamente de cinco componentes:

- Una capa de ligante asfáltico que actúa como líquido imprimante
- Dos capas de líquido bituminoso que trabajan como capa impermeabilizante
- Una cobertura con planchas de poliestireno extruido que realizan la función de aislante termoacústico
- Una cobertura de concreto ligero con función nivelante
- Una cobertura de ladrillo pastelero y sello de juntas que trabajan con un sistema de drenaje pluvial.

Existen diferentes tipos de coberturas, algunas ofrecen propiedades termoacústicas, otras propiedades impermeabilizantes y unas cuantas una combinación de ambas, es por ello que el primer capítulo se enfoca en estudiar algunos de estos sistemas de cobertura. Así también se ha dedicado un ítem al concreto ligero celular para conocer un poco más de las propiedades de este producto, no tan novedoso, que ya

se viene empleando en otros países, y que forma parte del sistema de cobertura de techos "Roofing System".

La descripción del proyecto es materia de estudio en el segundo capítulo, donde además se analiza las especificaciones técnicas empleadas en el sistema y la importancia del proyecto dentro de los trabajos de remodelación integral del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.

El tercer capítulo describe de manera esquemática cada uno de los procesos que conforman el sistema de cobertura de techos desde los trabajos preliminares, en donde se da énfasis al tema de seguridad dentro de obra, hasta los trabajos íntegramente relacionados a la impermeabilización del techo en donde se emplea un líquido bituminoso a manera de capa impermeabilizante, así como los trabajos de aislamiento termoacústico, en los que se emplea el poliestireno extruido como aislante térmico y agente de retención de ruidos externos. Además se ha detallado los problemas técnicos y administrativos presentados en obra y las soluciones adoptadas por el contratista.

Adicionalmente se presentan en los Anexos, planos de detalles del proceso constructivo del sistema mencionado, así como el calendario de avance de obra.

Entonces el sistema de cobertura de techos "Roofing System", según las requerimientos del proyecto, satisface y proporciona comodidad dentro de un ambiente aislado de temperaturas elevadas o muy bajas, y ruidos estridentes, así como ofrece el confort de trabajar o vivir en una zona libre de filtraciones provenientes de la superficie del techo.

INTRODUCCIÓN

La cobertura de un techo es un proceso importante dentro de un proyecto de edificación o remodelación, es por ello que actualmente se ofrece en el mercado una gama de soluciones para proteger la superficie del techo de factores ya sea climáticos, como es el caso de una lluvia o granizo, o también de diversos factores térmicos y acústicos, un tema muy vinculado en un aeropuerto, donde el usuario está expuesto a ruidos relacionados a turbinas de motores.

Hoy en día se presentan soluciones para cada uno de los factores mencionados anteriormente, sin embargo pocos son los sistemas que presentan una solución a una combinación de factores como es el caso de un sistema impermeabilizante y termoacústico. Pues entonces, el sistema involucra tres conceptos, la impermeabilización del techo de forma que, sellando la superficie del mismo, impida el paso de líquidos hacia la zona inferior; el aislamiento térmico que es la barrera que imposibilita la transferencia de calor proveniente del exterior hacia el interior del ambiente a través de la superficie del techo; y el aislamiento acústico que es el elemento encargado de obstruir el paso de ruidos.

La importancia de este sistema radica en el elevado nivel de confort y comodidad que puede generar en el usuario al contar no sólo con una cobertura impermeabilizante sino que también es un ahorro en sistemas de aire acondicionado disminuyendo la potencia de los mismos ya que cuentan con el respaldo de una cobertura que aísla térmicamente la superficie del techo.

El sistema está diseñado en función al requerimiento de proyectos de gran envergadura como es el caso de aeropuertos, centros comerciales, hospitales, etc., en los que el presupuesto destinado a la construcción y/o remodelación de los mismos hagan viables un sistema que inicialmente parece costoso, pero que posteriormente ofrecerá un beneficio en cuestión de gastos de mantenimiento.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN DE TECHOS

1.1.1 CONCEPTO DE IMPERMEABILIZACIÓN

El primer concepto a tener en cuenta, es que cuando se habla de impermeabilizar, se habla de un trabajo integral. No se puede impermeabilizar un frente sin pensar en tratar también los muros perimetrales de las terrazas o la terraza en sí. El agua es muy caprichosa y puede ingresar por cualquier lado y arruinar un buen trabajo realizado en otro lugar, a veces bastante alejado de donde penetra.

El siguiente punto a tener en cuenta es que si hay goteras o manchas de humedad en cielorrasos y paredes, es porque esas superficies en general están saturadas de agua y por lo tanto se seguirán produciendo esas manchas aún después de muchos días de haber realizado el trabajo de impermeabilización. La aparición de algunas fallas posteriores, atribuibles al producto utilizado, puede que sean en realidad debido a la mecánica del agua en la construcción, el agua penetra rápidamente, pero tarda mucho tiempo en evaporarse.

Las fallas más comunes que se suelen ver son es la aparición de ampollas que levantan al impermeabilizante, formación de hongos en los interiores, descascaramiento de las pinturas en paredes y cielorrasos por efecto del salitre, etc. Esto no lo causa el impermeabilizante, sino el agua retenida en la pared y que busca como salir de la misma.

Lamentablemente nunca se puede asegurar que una superficie está completamente seca, aún cuando por su apariencia lo parezca o porque hace 10 días que no llueve y hay sol.

Hay muchas causas que pueden retrasar la evaporación del agua, como el espesor de la losa cerámica ó forjado del techo, el tipo de carga que se utilizó, la relación de mezcla en la carpeta, las baldosas y su composición, si las tiene, etc. Si uno se concentra en las terrazas, son justamente las de baldosas cerámicas las que más dificultades suelen presentar al momento de impermeabilizarlas. Estas por lo general son más lisas que las carpetas, impidiendo por lo tanto una buena adherencia, además retardan la evaporación del agua y dependiendo del lugar de fabricación y de su calidad, algunas suelen tener gran cantidad de sales solubles que con la evaporación del agua se convierten en salitre y despegan al recubrimiento.

Comprobar esto es fácil, basta con reventar una ampolla y observar que por lo general hay agua retenida, la baldosa esta mojada y es posible observar un polvillo blanco que no es otra cosa que salitre. Además, muchas veces estas baldosas han sido enceradas o tratadas con productos siliconados que no permiten el anclaje del impermeabilizante.

1.1.2 JUNTAS DE DILATACIÓN

Sin lugar a dudas constituyen la principal vía de acceso del agua, por lo tanto se le debe prestar la máxima atención a su tratamiento. Para un buen trabajo se debe eliminar todo material presente en las juntas de dilatación, aún cuando parezca que está en buen estado.



Una vez eliminada la brea o el material de las

juntas, se procede a limpiarlas quitando polvillo y todo lo que represente un problema para la adherencia de los materiales a utilizarse. En este momento es cuando se debe proceder a realizar la limpieza de toda la terraza a impermeabilizar, eliminando todo resto de brea o asfalto si lo hubiera y lavando la superficie con un concrete cleaner ó decapante específico, para eliminar restos de ceras, grasas, etc. En el caso de que la superficie sea muy lisa, conviene reforzar el proceso con un tratamiento de ácido muriático al 30% en agua para generarle mordiente.

Una vez concluida esta tarea, se aplica en toda la junta una mano diluida de elastómero acrílico impermeabilizante (elastómero + 30% de agua) a modo de fijador. Se deja secar tres o cuatro horas y se rellena la junta con sellador acrílico plastoelástico para juntas. Si la junta es muy ancha o profunda se puede colocar en su interior una varilla fondo de junta ó respaldo, de poliestireno expandido ó espuma de polietileno compatible y luego se rellena con el sellador.

Se deja secar 24 hs. o más según el espesor y luego se pinta a todo lo largo de la misma una superficie de aproximadamente seis a ocho cm. de cada lado de los bordes de la junta, con elastómero diluido. Se deja orear unos minutos y se coloca sobre los bordes de la junta, una venda geosintética cubriendo la junta, presionándola de tal manera que quede bien adherida y sin pliegues. Se deja secar 4 a 5 hs. y se aplica una nueva mano sobre la venda de elastómero impermeabilizante sin dilución, dejándosele secar.

1.1.3 GRIETAS Y FISURAS

El tratamiento para las grietas y fisuras es exactamente el mismo que para las juntas de dilatación, con la salvedad de que si estas son mayores a 2 mm es conveniente profundizarlas y agrandarlas, de manera tal de lograr luego que el sellador penetre lo más profundamente posible, sellándose en toda su extensión.

1.1.4 IMPERMEABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL TECHO

Para impermeabilizar el resto de la superficie se aplica primero una mano diluida con un 25 a 30% de agua de elastómero impermeabilizante, a pinceleta ó rodillo, asegurándose que moje bien la superficie y penetre en todas las microfisuras presentes.

Se deja secar y se repite esta operación tantas veces sea necesario hasta que se haya colocado la cantidad de producto como para que forme realmente una manta elástica e impermeable, que generalmente oscila entre 1 kg. y 1.5 kg. de producto impermeabilizante por m². Aquí no se puede hablar de número de manos, se debe hablar de espesor de película y este se logra colocando la cantidad de producto por metro cuadrado que especifica el envase o la ficha técnica.

1.1.5 IMPERMEABILIZACIÓN CON MEMBRANAS ASFÁLTICAS SBS

1 - La membrana asfáltica.

Las membranas asfálticas son, en el mundo, uno de los sistemas más efectivos de impermeabilización para la construcción hasta ahora conocido. Se trata de un techado preelaborado, obtenido por laminación continua que reemplaza a los techados tradicionales o "in situ".



2 - Composición de una membrana asfáltica.

Se dice que una membrana asfáltica es un techado preelaborado porque su lámina está compuesta por todos los elementos necesarios para conformar una aislación hidrófuga perfecta. Haciendo un corte de la misma, observamos que ésta se halla conformada de la siguiente forma:

- Recubrimiento superficial
- Capa de asfalto normalizado
- Armadura o alma central
- Capa de asfalto normalizado
- Polietileno termofusible inferior

Los tipos de componentes que se utilizan en cada uno de estos ítems varían de acuerdo a las características del sustrato a impermeabilizar, o bien de la exigencia a la cual será sometida la membrana. A diferencia de la capa inferior (que siempre es un polietileno antiadherente) todos los otros componentes se modifican de acuerdo a la necesidad.

3 - Tipos de membrana.

La impermeabilización es dentro del amplio espectro de la actividad constructora, el rubro que tiene a su cargo atender en forma específica la protección del bien o inmueble de la acción de la humedad externa. Se pone énfasis en la palabra específica, para definir la impermeabilización, porque tanto para diagnosticar cómo solucionar un problema de filtraciones en una vivienda mal impermeabilizada o sin impermeabilizar, o bien para proyectar que tipo



de producto cumplirá esta función en una obra nueva a realizarse, es imprescindible contar con asesoramiento de un profesional especializado en la materia.

Asimismo, las membranas pueden clasificarse, de acuerdo a su utilización, de la siguiente forma:

A. Membranas Asfálticas con lámina central y Revestimiento exterior de Polietileno Alta Densidad

Conocidas también como membranas normales, se utilizan como impermeabilización de mediana resistencia para techos en general, sótanos, piscinas y todo tipo de trabajos en donde la membrana no quedará expuesta a los rayos solares. Debiendo ser recubiertos éstos con alguna carpeta, cerámica, estructura de tejas, etc. En caso de necesitar mayor resistencia al punzonado estático y/o dinámico es aconsejable utilizar como armadura poliéster de alta resistencia.

B. Membranas con protección de Aluminio superficial

Son membranas con la misma capacidad impermeabilizante que las normales pero con una terminación superior en un foil continuo de aluminio de 40 micrones que les permite reflejar los rayos ultravioletas (que deterioran y envejecen prematuramente el asfalto) y por lo tanto son ideales para ser utilizadas como capa exterior expuesta. Su comportamiento es óptimo en impermeabilización de techos planos o inclinados de concreto, techos de chapas acanalados de Zinc, aluminio o fibrocemento cualesquiera sea su forma, canaletas, tanques de agua, muros de contención, silos, etc. Por tratarse de una membrana de mediana resistencia su armadura o alma central es de polietileno de alta densidad lo que le confiere uniformidad dimensional en toda la lámina permitiendo un perfecto copiado de la superficie sobre todo para el caso de las irregularidades.

C. Membranas Asfálticas con Revestimiento exterior geotextil transitable de Alta Resistencia

Son membranas asfálticas totalmente acondicionadas para resistir en forma excepcional, todo tipo de agresiones mecánicas o climáticas sin que por ello se vean alteradas sus cualidades hidrófugas. Dentro de las agresiones mecánicas que soporta, se puede enumerar el punzonado estático (sillas, mesas, macetones, etc.), o dinámico (tránsito de personas o incluso vehicular), y dentro de las climáticas se encuentra específicamente el granizo de cualquier magnitud.

Para poder cumplir con esta exigencia, la membrana está revestida en su cara superior con un lámina de poliéster termo conformado sin fin, resinado de 150 g/m² y cuenta con una formulación de asfalto más resistente y como armadura un film de Polietileno de Alta densidad de 50 micrones. El universo de utilización para este producto es amplísimo, del cual se puede mencionar: terrazas transitables, canales de irrigación, sótanos, cimientos, jardines y canteros, túneles subterráneos, puentes, represas, estacionamientos elevados y todo tipo de obra donde se necesite impermeabilización con alta resistencia.

Para el caso de terrazas transitables, se trata de una solución rápida, eficaz, y por demás económica, ya que puede ser aplicada sobre el piso ya existente sin necesidad de levantar el mismo en caso que tuviere alguna impermeabilización anterior. De esta manera se obtiene un aislamiento hidrófugo transitable agregando un mínimo de peso a la estructura. Muy importante: para el caso de aplicación de esta membrana en forma expuesta, la misma debe ser pintada con Revestimiento Impermeable Transitable (300/350 g/m², por c/a mano, mínimo 2 manos) que es el complemento ideal para darle terminación, durabilidad y dureza.

4 - Espesor.

Para cualquier tipo de membrana enunciada anteriormente la elección del espesor debe estar ligada a la capacidad de permeabilidad de la superficie del techo.

Por ejemplo: una terraza de concreto plana posee por su capilaridad una capacidad de absorción de agua mucho mayor a un tinglado de chapa de Zinc en el cual las filtraciones solo pueden producirse en las uniones o bien en los agujeros producidos por los anclajes o perforaciones de la plancha metálica. Asimismo, es todavía menor la necesidad en un techo de tejas en dos aguas, donde solo se utilizan membrana para impermeabilizar el remanente que pudiera surgir de ocasionales imperfecciones de encastre de las tejas ya que las mismas por su conformación y sistema hacen que de por sí el agua busque su curso en canaletas.

Tomando estos tres ejemplos, se puede decir en forma arbitraria, que se debe aplicar membrana de 4mm para el primer caso y de 3 y 2mm para los otros respectivamente. Pero como se mencionó anteriormente este tipo de especificación la debemos consultar con un profesional aplicador.

5 - Modo de Aplicación.

En el modo de aplicación se debe tener como consideración preliminar que antes de la aplicación de la membrana se trabaje sobre la superficie del techo o soporte dejando a éste libre de irregularidades o elementos que puedan punzonar la lámina.

También se debe considerar porcentaje de pendiente y movimiento de la estructura para determinar si la membrana se aplicará flotante, semiadherida o totalmente adherida. A modo de sugerencia, se recomienda (salvo en casos que esté contraindicado) adherir totalmente la membrana la superficie del techo de modo de evitar que ante una filtración el agua se propague bajo la superficie ocupada entre la

lámina y el soporte, a la vez que de esta forma se incorpora la capa impermeabilizante al todo lo construido.

6 - Limitaciones en los trabajos de impermeabilización por motivos meteorológicos.

Lluvia.- En el tiempo lluvioso se suspenderán los trabajos, que serán reanudados cuando la superficie del techo este seco. Si se ha imprimado con emulsión, deberá verificarse antes de continuar, el buen estado del producto aplicado.

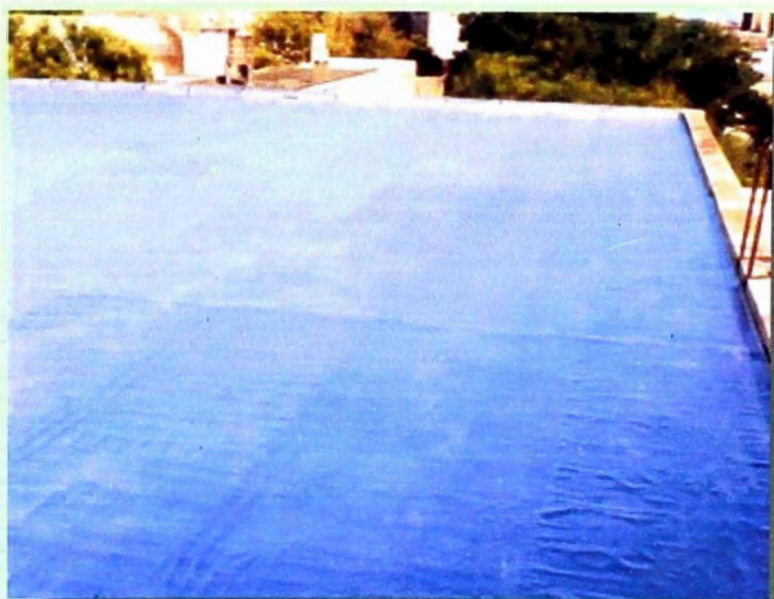
Rocío y escarcha.- Se esperará el secado superficial de la superficie del techo antes de realizar los trabajos de impermeabilización.

Temperatura.- No se recomienda la colocación de la membrana cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C

7 - Manipulación y Almacenamiento del producto.

Todos los rollos deben almacenarse en áreas cubiertas protegidos contra el polvo, la lluvia y la acción de los rayos solares, y con temperaturas no inferiores a 5°C ni superiores a 35°C

Bajo ninguna circunstancia se debe permitir que los rollos caigan del transporte especialmente en tiempo frío.



*AISLAMIENTO TERMOACÚSTICO E IMPERMEABILIZACIÓN
 APLICACIÓN EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL
 RONNY RETAMOZO PALACIOS*

Solamente el número de rollos que serán colocados ese día serán retirados y llevados a la obra.

Se recomienda apilar los rollos tanto en el transporte como en el almacenamiento en forma horizontal y paralelo, cuidando que no haya elementos cortantes. La altura máxima de la estiba no superará los cinco rollos.

Los rollos de membrana y el imprimante, se acondicionarán en el lugar en que serán aplicados durante dos horas previo a su empleo, a fin de llegar a un equilibrio con las condiciones atmosféricas que afectan también a la superficie del techo. A temperaturas cercanas a 5°C se tendrá especial cuidado al extender el rollo, desenrollándolo con lentitud a fin de evitar rasgaduras, fisuras u otros daños al mismo.

Se recomienda tener extintores de gas carbónico o polvo químico en el lugar de aplicación para contrarrestar focos de fuego, que pudieren aparecer por excesivo calentamiento de la membrana y/o sustrato durante la colocación.

8 - Detalles y problemas generados durante la instalación.

A continuación se esquematizan algunos problemas en la instalación y su respectiva solución:

TELA / MEMBRANA ASFÁLTICA MAL COLOCADA

Cubierta de techo con tela ó membrana asfáltica mineral verde, con fallo generalizado por falta de adherencia a la base y falta de sellado en los solapes. Se observa que no se ha corregido la pendiente general del techo habida cuenta del sedimento que queda depositado en la parte central, lo que indica que hay falta de escurrimiento y encharcamiento en el medio del techo.



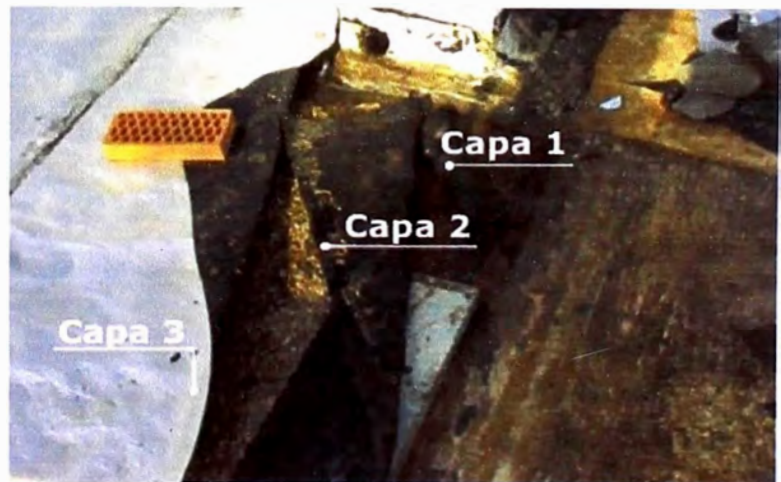
Problema corregido. Se le ha dado la pendiente necesaria para el normal escurrimiento del agua de lluvia y se ejecutado correctamente una impermeabilización elastomérica continua sin juntas ni solapes.

TECHO PLANO CON MÚLTIPLES CAPAS DE DISTINTOS IMPERMEABILIZANTES

Estado anterior. Terraza de techo plano con superposición de capas supuestamente impermeabilizantes, colocadas en distintos tiempos y en forma fallida, sin la asistencia de aplicadores idóneos en impermeabilización.



Múltiples capas de impermeabilizantes. Superficie del techo en forjado cerámico ó losa cerámica, primera capa en tela de caucho butílico, segunda prueba de impermeabilización realizada en otra capa de caucho. Capa final expuesta, muy mal aplicada, de tela ó membrana asfáltica comercial, carente de aptitud técnica para



funcionar como impermeable a la intemperie con fallos de colocación y de diseño de la solución.

Solución realizada: limpieza, extracción de todas las capas de supuestos impermeabilizantes, neutralización de la superficie, ejecución de carpeta ó base cementicia y aplicación de elastómero impemeabilizante acrílico.



1.2 SISTEMAS DE AISLAMIENTO TERMOACÚSTICO

1.2.1 SISTEMA TIPO SANDWICH

El panel sandwich formado por dos tableros de madera unidos a un núcleo de espuma rígida de poliestireno extruido, representa una alternativa novedosa frente a los sistemas tradicionales de construcción de cubiertas. Una alternativa que aporta interesantes ventajas de orden técnico, práctico y económico.

El panel sandwich es el elemento más idóneo para la construcción de una cubierta porque, además de ser un soporte válido para recibir cualquier tipo de acabado, aporta unas prestaciones muy interesantes como el aislamiento gracias a su núcleo de poliestireno extruido, cumpliendo las exigencias de la norma NEB-CT-79 relativa al aislamiento térmico de la edificación.



Su empleo para la construcción de cubiertas, largamente experimentado en Europa, ofrece todo un conjunto de ventajas, destacando especialmente las siguientes:

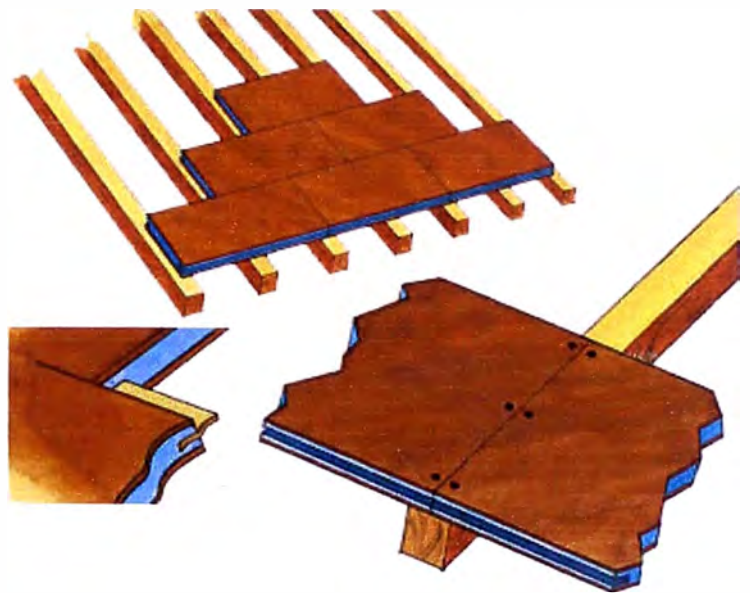
- Cumple la función de estructura y aislamiento al mismo tiempo.
- Permite una estructura de cubierta más ligera, sencilla y económica.
- Hace aprovechable el espacio bajo cubierta.

- Su facilidad de colocación, la versatilidad de su uso y la seguridad y duración de su vida útil representa un conjunto de ventajas de notable trascendencia económica.

1.2.2 PUESTA EN OBRA

Los paneles se colocan normalmente sobre estructuras metálicas o de madera, debiéndose observar estos tres principios básicos para su correcta puesta en obra:

- Colocación al tresbolillo, alternando las juntas transversales entre paneles.
- Los paneles se colocarán de forma que sus lados mayores queden perpendiculares a los apoyos, descansando sobre éstos los lados menores del panel. Una falsa lengüeta, alojada a todo lo largo del panel, servirá de unión de los paneles entre si.
- Los paneles deberán descansar sobre 3 apoyos como mínimo.
- Su facilidad de colocación, la versatilidad de su uso y la seguridad y duración de su vida útil representa un conjunto de ventajas de notable trascendencia económica.

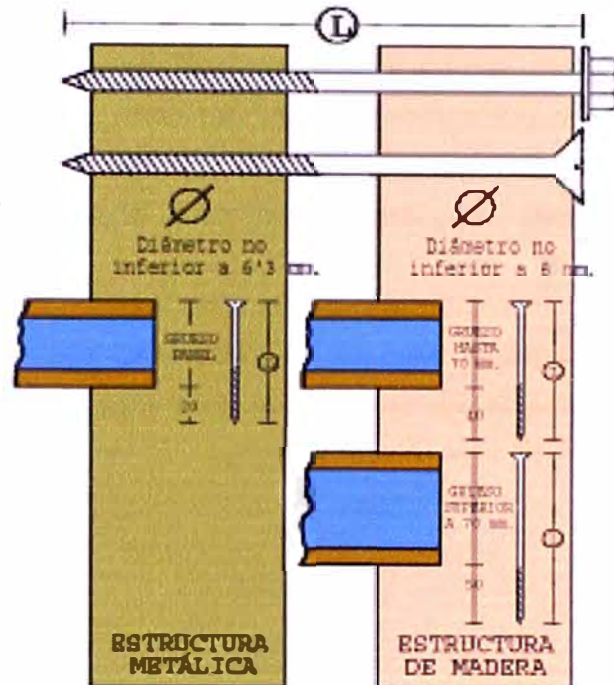


La distancia entre los apoyos está en función del espesor del panel, de la carga normal de la cubierta y de las sobrecargas previstas por influencia de los agentes atmosféricos. Así, una vez dimensionado el espesor del panel según el nivel de aislamiento térmico requerido, el vano entre apoyos estará condicionado por la

limitación de la flecha debida a la carga permanente y a las sobrecargas de uso, viento y nieve.

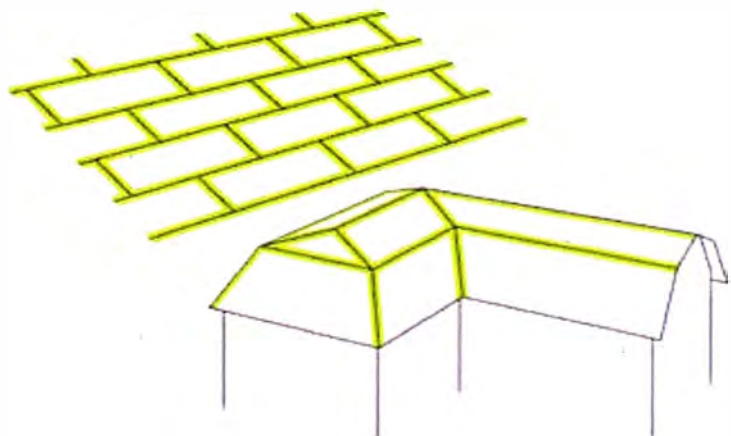
A título orientativo se facilitan las cargas admitidas por distintos tipos de panel según el número de apoyos ya para los valores de flecha habituales.

El anclaje de los paneles se realizará mediante tornillos auto taladrantes no oxidables y de un diámetro no inferior a 6,3 mm. También pueden utilizarse clavos estriados para fijar el panel sobre la estructura de madera.



Se procurará distribuir 2 ó 3 puntos de fijación por apoyo, distantes al menos 2 cm. del borde del panel. La longitud de los tornillos variará no sólo en función del grosor del panel a fijar, sino de acuerdo al tipo de estructura portante.

Así, cuando la fijación se realice sobre estructura metálica, la longitud del tornillo será 20 mm. superior al grosor del panel. Sobre madera, la longitud del tornillo sobrepasará en 40 mm. el grosor de aquellos paneles de hasta 70 mm. de grosor, y en 50 mm. a partir de esa medida.



Una vez fijados los paneles a la estructura portante, conviene proceder al sellado de las juntas y asegurar así la estanqueidad de la cubierta ante posibles filtraciones de agua debidas a eventuales

fallos en el cubrimiento o la acción del viento, pájaros, etc. Este sellado puede realizarse con caucho líquido, bandas impermeabilizantes autoadhesivas, silicona, masilla de poliuretano, láminas bituminosas, etc. La impermeabilización de las juntas se hace especialmente aconsejable en las uniones producidas por el encuentro de diferentes faldones de cubierta (cumbre, limahoya, limatesa, quiebro, etc.)

La unión entre paneles que presentan yeso laminado por su cara interior, será tratada además mediante emplastecido con pasta para junta antes de su acabado final.

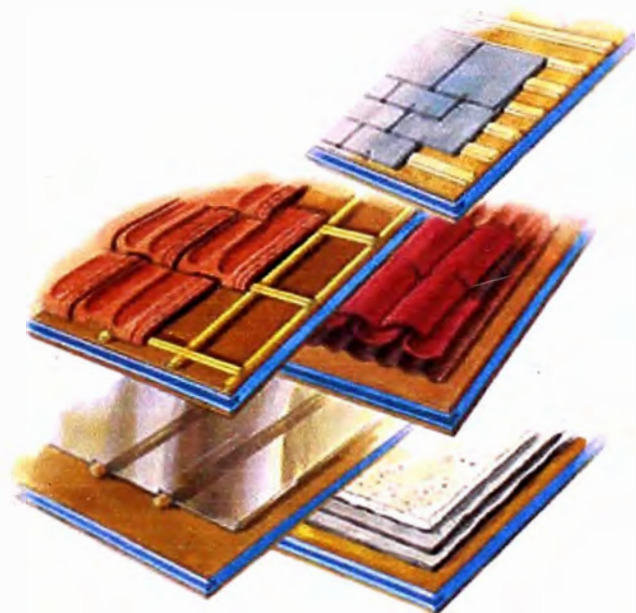
1.2.3 CUBIERTAS ADICIONALES

1.2.3.1 PIZARRA

La colocación de pizarra debe hacerse sobre un sistema de enrastrelado clavado sobre los paneles.

1.2.3.2 TEJA

La colocación de tejas planas precisará de un enrastrelado previamente fijado sobre paneles. En el caso de teja curva, es preciso colocar unos elementos auxiliares que aseguren la adherencia del mortero al panel (malla de gallinero, mallazo, "bajoteja", etc.)



1.2.3.3 PLANCHAS METÁLICAS

Dada su uniformidad superficial y perfecta planitud, las cubiertas construidas con el panel sandwich reúnen las condiciones idóneas para su recubrimiento con planchas metálicas.

En este caso, la fijación de los paneles a la estructura portante deberá hacerse con tornillos autorroscantes de cabeza avellanada, y la fijación de las planchas con clavos inoxidables. En todo caso será conveniente la existencia de una barrera de separación entre las planchas metálicas y el panel, con el objeto de evitar las posibles condensaciones.

1.2.3.4 LÁMINAS BITUMINOSAS

Al igual que en el caso anterior, los paneles sandwich constituyen un soporte ideal para el recubrimiento con láminas bituminosas o con cualquier otro material usado en la construcción de cubiertas estancas.

Los paneles se suministran paletizados y protegidos con una funda de plástico, pudiéndose remontar los palets siempre que la base de apoyo esté convenientemente nivelada.

Se recomienda no retirar la funda protectora ni desflejar el palet hasta el momento de su puesta en obra.

1.2.4 AISLANTE TÉRMICO DE POLIESTIRENO EXTRUIDO

Es un tipo de aislamiento térmico de espuma rígida de poliestireno extruido en paneles. Tiene una superficie lisa y una estructura de células cerradas,

con paredes que se interconectan unas con otras sin dejar vacíos. Esta estructura uniforme le da a la plancha de poliestireno extruido altos valores de resistencia térmica y una resistencia superior al flujo de humedad, que lo hace el producto ideal para el aislamiento de techos, muros y pisos.

La penetración de humedad reduce en forma significativa la eficiencia térmica de muchos productos aislantes, en particular a la lana mineral y la fibra de vidrio, y en menor medida pero (pero también considerable) a los aislantes fabricados a base de poliuretano o de poliestireno expandido (hielo seco). Los paneles de poliestireno extruido, sin embargo, prácticamente no absorben agua, debido a la superficie del producto y a su estructura de célula cerrada. También es responsable de una eficiencia térmica más alta en el largo plazo (mayor valor de R por pulgada de espesor) que los demás aislantes comunes.

Los aislamientos térmicos de poliestireno extruido tienen una larga lista de éxitos, especialmente en aplicaciones donde hay una gran variedad de humedad. Por ejemplo, el Building Foundation Design Handbook, publicado en la universidad de Minnesota, establece en forma fehaciente, que el poliestireno extruido "es el mejor tipo de aislamiento térmico en casos de humedad extrema o donde hay congelamiento y descongelamiento", por otra parte, el poliuretano no se recomienda en casos de alta humedad.

Los productos de poliestireno extruido se fabrican en una gran variedad de resistencias a la compresión, para satisfacer los requerimientos de los proyectos, así mismo poseen un balance entre sus propiedades térmicas y mecánicas que solamente se encuentran en aislantes de célula cerrada.

El poliestireno extruido es compatible con cualquier sistema constructivo y no necesita de láminas de papel de aluminio o de cartón asfaltado. Puede ser

usado eficientemente en construcciones nuevas o rehabilitación de cimientos, pisos (debajo de losas de concreto), muros y techos.

ESPECIFICACIONES

Dimensiones

Espesor nominal 1" (2.54 cm) 1 ½" (3.81cm) 2" (5.08cm)

Longitud 2.44 m 2.44 m 2.44 m

Ancho del Panel 1.22 m 1.22 m 1.22 m

Peso del Panel 1.97 kg. 2.96 kg. 3.94 kg

Peso por m² 0.66 kg. 0.99 kg. 1.32 kg

Materiales

Espuma rígida de poliestireno extruido, manufacturada con el proceso Hydrovac.



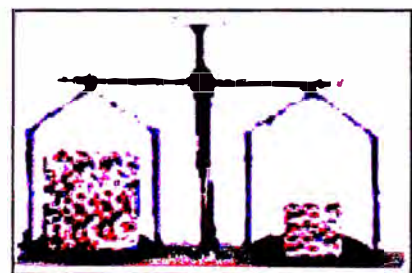
1.3 CONCRETO LIGERO CELULAR

1.3.1 DEFINICIÓN

Mucho se ha comentado sobre el "CONCRETO CELULAR", pero sin embargo no ha sido definido nunca con precisión, se ha dicho, no sin razón, que el concreto ligero es de características propias que por un medio espumoso adicionado a la mezcla se ha hecho más ligero que el concreto convencional de cemento, arena y grava, que por tanto tiempo ha sido el material empleado en las construcciones. Esto, sin embargo, es más bien una descripción cualitativa en vez de una definición, así mismo, se ha sugerido definirlo como un concreto hecho a base de agregados de peso ligero (encapsulamiento del aire), lo cual se presta también a dudas ya que en todos lados se conoce por agregado de peso ligero aquel que produce un peso ligero. En todo caso, existen algunos concretos ligeros que ni siquiera contienen agregados.

En vista de la dificultad para definirlo, el concreto ligero fue conocido durante muchos años como un concreto cuya densidad superficialmente seca no fuese mayor a 1800kg/m^3 . Por otra parte con la introducción de miembros estructurales de concreto reforzado con agregados de peso ligero, la densidad límite tuvo que ser revisada, ya que algunas muestras de concreto hechas para este propósito a menudo daban concretos de densidad (superficialmente secos) de 1840kg/m^3 o mayores. Esto, sin embargo, es un concreto que resulta todavía bastante más ligero que el concreto común, que usualmente pesa entre los 2400 y 2560kg/m^3 .

Para analizar lo ligero del concreto celular se estudia previamente sus propiedades y características, en relación a las de aquellos concretos ya tradicionales. La característica más evidente es su densidad, la cual es considerablemente menor que la del concreto normal y con frecuencia solo una fracción de la misma,



Las ventajas de tener materiales con baja densidad son muy numerosas; por ejemplo, reducción de las cargas muertas, mayor rapidez de construcción, menores costos de transportes y acarreos. El peso que gravita sobre la cimentación de un edificio es un factor importante en el diseño del mismo especialmente hoy en día en que la tendencia es hacia la construcción de edificios cada vez más altos.

El uso del concreto celular ha hecho posible, en algunas ocasiones, llevar a cabo diseños que en otra forma hubieran tenido que abandonarse por razones del peso. En estructuras reticulares, los marcos deben llevar las cargas de pisos y muros; en ellos se puede lograr considerables ahorros en su costo si se utilizan losas de entrepiso, muros divisorios y acabados exteriores a base de concreto celular.

Se ha demostrado experimental y prácticamente en la industria, que utilizando concreto celular en las construcciones se logran menores tiempos de ejecución en las obras que si se utilizaran materiales tradicionales; por ello, muchos constructores en la actualidad están dispuestos a pagar considerablemente más por unidades de concreto celular que por ladrillos comunes para ejecutar una misma área de muro.

Para la mayoría de los materiales de construcción, tales como el ladrillo de barro recocido, el acarreo de los mismos queda limitado no por su volumen sino por su peso. Con dispositivos o sistemas de acarreo diseñados convenientemente, se pueden manejar en forma económica volúmenes mucho mayores de concreto celular.

Una característica menos clara, pero no menos importante del concreto celular es la conductividad térmica relativamente baja que posee propiedad que mejora con forme se reduce su densidad.

En los últimos años, se ha dado mayor importancia a la necesidad de reducir el consumo de combustible del sistema de calefacción de los edificios mientras se mantenga o de ser posible se mejore el ambiente a una temperatura confortable

dentro de ellos. Lo anterior se podrá entender si se advierte que un muro sólido de concreto celular de 12 cm de espesor proporciona un aislamiento térmico aproximadamente cuatro veces mayor que el de una pared de ladrillo de 23 cm de espesor.

Además de sus ventajas desde el punto de vista técnico en la construcción, algunas densidades de concreto celular tienen el gran mérito de proporcionar una salida a ciertos desechos de plantas industriales, a demás de la agricultura, es la industria que por si sola puede absorber los millones de toneladas de desechos industriales que anualmente se producen (concreto celular más escorias de hulla, cenizas de combustibles pulverizados y las escorias de altos homos).

En muchas regiones han comenzado a escasear en estos últimos años los agregados tradicionales del concreto común: la arena y la grava; es entonces cuando el concreto celular aun sin tener en cuenta ninguna otra de sus cualidades podría, suplir las deficiencias de dichos materiales, en tales áreas.

Básicamente, existe una forma para hacer el concreto de menor peso; es por la inclusión de aire en su estructura. Esto, sin embargo puede lograrse de tres diferentes maneras:

Omitiendo los finos y los granos de diámetros pequeños del agregado pétreo, con lo cual se logra el llamado (concreto sin finos).

Substituyendo los agregados de grava o piedra triturada por agregados con estructura celular o porosa, los cuales incluyen aire en la mezcla.

Haciendo que se produzcan burbujas de aire en una lechada de cemento, de manera que , al fraguar esta quede con una estructura celular llamada (concreto celular o concreto aireado).

Los tres tipos de concreto ligero se ilustran en la Figura N° 01, sin embargo, aunque básicamente son tres los tipos distintos, se pueden tener también unas combinaciones de los mismos para formar otros concretos más comunes aún; por ejemplo, se puede tener un concreto sin finos cuyo agregado sea de peso ligero, al igual que un concreto aireado que contenga agregado celular.

Aun cuando el concreto ligero se ha hecho más económico no presenta en ningún caso una nueva clase de material para la construcción

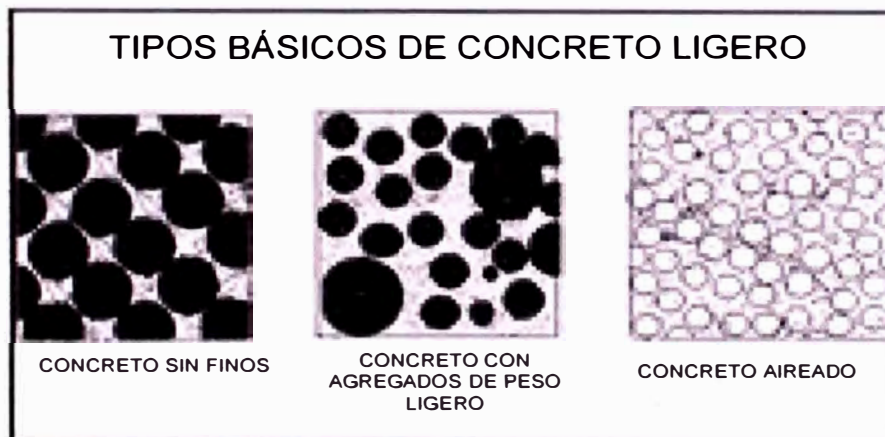


FIGURA N° 01

1.3.2 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CONCRETO CELULAR

Hay dos métodos para la fabricación de Concreto Celular, aquí se explican sus características, ventajas y diferencias.

Antes de involucrar los procesos de fabricación de un concreto celular, ya sea por el método que fuere, es necesario tener en cuenta lo siguiente, el concreto al adicionarle algún sistema, que permiten su disminución en la densidad, se torna un tanto mas delicado para su fabricación que un concreto o mortero convencional, primero, es necesario tener en cuenta los procesos químicos que suceden al interior

del concreto, por ejemplo: existen 2 reacciones químicas, que son necesarias tener en cuenta y que son un poco diferentes en un concreto convencional:

Reacción primaria, la cual consta de hidrólisis, hidratación y una carbonatación, que son procesos iniciales fundamentales. En la hidrólisis, por ejemplo, el concreto convencional a base de cemento Pórtland interactúa con el agua para dar formación a los diferentes compuestos como los aluminatos y los silicatos, en el concreto a base de polvo de aluminio, estas reacciones involucran más procesos que son diferentes a los de un concreto convencional, aunque en sí está compuesto de lo mismo, ambos concretos presentan a la larga diferencias, que estructuralmente varían, por ejemplo la disminución de la resistencia final.

Reacción secundaria, la cual, involucra una deshidratación, calor de hidratación y una exudación, por ejemplo: en un concreto convencional es diferente la deshidratación en 3 horas a la deshidratación que sufre un concreto a base de espuma preformada, la cual es mayor y por lo tanto se deben tener ciertos cuidados en esta etapa, ya que su deficiencia, causa:

1. Una contracción por secado, que a la larga generará grietas.
2. Una deficiencia estructural, en donde posiblemente se tendrán diferencias elevadas entre una muestra y otra, un grado de temperatura junto con un litro más de agua en su curado son suficientes para que se presenten tales diferencias, esto es explicable, ya que el concreto de espuma preformada involucra relaciones de agua / cemento, mucho más elevadas que las de un concreto convencional, además, el curado del concreto convencional, está basado en el entrapamiento del producto, mientras que en concretos celulares, este proceso difiere, ellos necesitan agua controlada administrada por un tiempo preciso a una temperatura ideal.

Luego de tener estos conceptos abordados, podemos decir: que se conoce como concreto celular, el mortero o concreto que posee en su masa cementante burbujas distribuidas uniformemente, es decir, celdas o células no intercomunicadas y

homogéneas, ya sean estas celdas de aire u otro gas, en el método químico, la idea es ocasionar una reacción química controlada, por lo general se utilizan métodos como añadir el polvo de aluminio o polvo de zinc, o, se puede fabricar un concreto con espuma preformada y añadirla a la mezcla, también es usado como método Español, el de involucrar los aditivos a la masa cementante y producir un enturbiamiento, con el fin, que esta masa encapsule aire, algunas veces se incorpora aire inyectado para facilitar este proceso.

1.3.2.1 MÉTODOS QUÍMICOS

PERÓXIDO DE HIDRÓGENO Y CLORURO DE CAL

Este método, ya no es muy usado, ya que involucra adicionar en pocas palabras agua oxigenada (la cual ayuda a la formación de burbujas o es el generador de gas) y la adición de cloruro de cal (el cual es coadyuvante en el proceso a manera de catalizador), en este método se presenta de alguna manera una reacción química con el fin de lograr hidrógeno, el cual, es el material de relleno de la burbuja y en si el que permite dar su forma redondeada.

Este tipo de procesos involucraban anteriormente la adición de porciones de blanqueadores en polvo y jabones, por lo que difieren mucho el tipo de producto usado en el producto final, además, este tipo de procesos ocasiona grandes contracciones por secado, sin embargo, como rellenos fue usado y más para trabajos en donde la resistencia y las contracciones por secado pasaban a formar un segundo plano de diseño, con este método se obtienen resistencias del orden de 7 a 20 kg/cm² con densidades que oscilan entre 800 y 1000 Kg/m³, también se puede emplear inyectores especiales, que van a la masa cementante para poder controlar ciertos procesos, sin embargo, es más delicado que otros tipos de sistemas de fabricación y un tanto mas costoso, ya que, la cantidad de

cemento por metros cúbico es mas alto, del orden de 380 Kg por metro cúbico, sin embargo, para trabajos muy específicos se comporta bastante bien, siempre la recomendación, es la de iniciar pruebas pequeñas y representativas para que se pueda tener el control de lo que se espera.

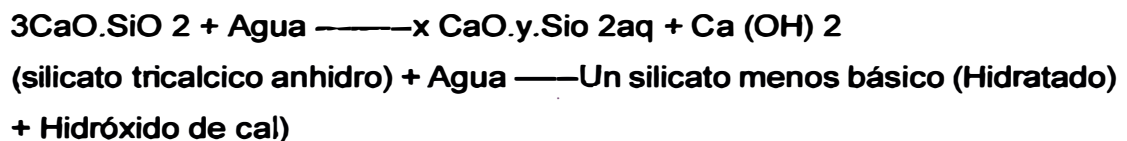
Se pueden realizar pruebas locales teniendo en cuenta las características del cemento, en donde van aproximadamente:

Relación: Cemento / Agua / Peroxido de hidrógeno / Cloruro de cal / Blanqueador Liquido (1 : 0.45 : 0.1 : 0.8 : 0.02).

Estas dosificaciones se ajustan de acuerdo a la densidad que se requiere, sin embargo, con esta proporción se puede esperar un mortero de 800 Kg/m³, con resistencia de 15 Kg/cm².

POLVO DE ALUMINIO

Como se había mencionado anteriormente la hidrólisis y la hidratación son, de modo fundamental, reacciones distintas, sin embargo, en la practica ocurren con simultaneidad, pero, a diferentes velocidades, por ejemplo, observamos en la ecuación química la incidencia de la hidrólisis y la hidratación sobre el silicato tricalcico.



Es importante en concretos ligeros y mas en concretos celulares, conocer bien las reacciones que suceden al interior de la mezcla, además, es bien sabido, que este tipo de productos, no están basados enteramente de cemento, si no por el contrario contiene porciones que remplazan el cemento, el mas utilizado es la cal, sin embargo, la utilización de estos productos siempre conlleva a la utilización de cámaras de autoclaves, es

valido decir, que el sistema de polvo de aluminio funciona en secado al aire libre.

Sin embargo, las contracciones por secado son mucho mas elevadas, por otro lado, las densidades optimas para el concreto de polvo de aluminio son en rangos de 400Kg/m³ hasta 800 Kg/m³, con resistencias de 30 hasta 160 Kg/cm², si no se utilizara la cámara de autoclave, si no por el contrario un secado al aire libre, estas densidades no se podrían lograr con la resistencia deseada.

Es decir, para alcanzar una resistencia de 160 Kg/cm², seria necesaria una densidad de 1500Kg/m³ y esto causaría un incremento en la porción de cemento a utilizar, si se realizara la mezcla en solo cemento se tendrían consumos del orden de 7.8 sacos (de 50 Kg), por metro cúbico, lo cual resultaría antieconómico, por otro lado las contracciones por secado serían fuertes al comienzo del secado, por lo que se augura una pérdida de resistencia con el paso del tiempo, ya que estas micro grietas se prolongarían y al cabo de un par de años la resistencia para la que fue diseñada la estructura perdería solidez.

Esta pérdida podría en algunos casos ser del orden de 40% de la resistencia inicial, por lo que podemos decir, que si se pueden realizar concretos celulares aireados por el método de polvo de aluminio o zinc y estos se podrían curar al aire libre o en condiciones mas o menos estables, sin embargo, esto no sería lo óptimo y se obtendrían productos desestabilizados estructuralmente, con agrietamientos por secados bastantes fuertes y además, se consumiría mas cemento, por el contrario si el producto se deja secar un par de horas al aire libre y luego pasa por un sistema de autoclaves de alta o baja presión, pues se tendría un producto de excelente calidad, resistencia y confiabilidad.

El proceso de fabricación del concreto a base de polvo de aluminio, es lograr una reacción química que genere un gas, este gas es hidrógeno y se logra a partir del hidróxido de calcio en presencia de agua y polvo de aluminio, así como se ilustra una porción de la formulación (las demás formulaciones y procesos químicos permanecen iguales).



Polvo de aluminio + Hidrógeno de calcio + agua — Aluminato tricalcico hidratado + Hidrógeno.

En la formulación se aprecia la formación de gas en hidrógeno, este tipo de concreto ligero, es el único que involucra una reacción química bastante considerable, por lo que el entendimiento de la reacción química es fundamental para poder obtener productos de calidad.

Este tipo de fabricación no es usado para ser colado in situ, solamente para realizar prefabricados como bloques, o ya sea como unidades reforzadas tales como muros, losas para techos y pisos, y también para dinteles.

Los bloques, los cuales son el producto mas empleado en este sistema, son de una gran ayuda para la industria de la construcción, en cuanto a que reduce la carga muerta de las estructuras y representan ahorros considerables en las cargas por manejar, el futuro del concreto aireado en base de polvo de aluminio esta centrado a una contribución mas sustancial en el campo de la construcción, ya que, el uso de elementos reforzados de gran tamaño.

En muchos aspectos, la fabricación de grandes secciones precoladas, es un camino racional para activar la construcción de edificios habitacionales; la introducción de unidades reforzadas con densidades entre 480 y 720 Kg/m³. para ser usadas como elementos de carga, han impulsado

definitivamente a este tipo de construcción en países en donde predominan ciertos factores, como son: el costo de la mano de obra y la necesidad térmica de producto, las demás ventajas vienen por adición como son: la capacidad insonora y la protección contra el fuego.

En Suecia, de donde proviene este sistema, gracias a las investigaciones de Axel Ericksson , se desarrolló el concreto aireado hacia 1929, en donde ciertos factores climáticos y la escasez de minerales se unieron para dar paso a la utilización de este sistema, por otro lado los países de América Latina comienzan a desarrollar estos trabajos hacia 1980, en donde varias firmas alemanas poseen representaciones en Argentina, Chile y Brasil, estos productos son lo bastante buenos como para competir con los demás sistemas de bloques.

Sin embargo, el comprador, al ver su construcción con un bloque de gran tamaño y poco peso piensa en la debilidad de su estructura, así estos bloques sean netamente divisorios, por lo que el comienzo de la construcción de estas estructuras debe estar basado en la explotación de sus ventajas físicas y de confort, además, de realizar que no siempre entre más pesada una estructura más segura se convierte en el momento en que se produzca un sismo.

Es interesante saber el modo de involucrar este tipo de sistemas en el campo de la construcción, ya que, existen barreras invisibles, que no permiten el uso masificado de estos productos.

Existen varios métodos de fabricación o varios esquemas de producción a nivel industrial, sin embargo, el mas utilizado es el siguiente:

Se tiene en la mezcladora silos conectados por computadora el cual la alimentación va:

- Silo de cemento: pasa un sistema de peso y luego se adiciona al mezclador u homogenizador.
- Silo de arena: existen 2 procesos para realizar esta adición, un proceso en seco (adición de arena en seco) o un proceso en húmedo (este proceso contiene arena en lechadas, algunas, veces se hace necesario este proceso para evitar la silicosis de la arena), cualquiera que sea el sistema de adición la arena debe pasar por un molino de barras, esto con el fin de obtener un grado de finura alto, y por ende una densidad bastante medida.
- Polvo de aluminio: este polvo de aluminio se consigue en el mercado sin problemas, pero es necesario, realizar algunas pruebas previas, ya que no todos son iguales, el módulo de finura y su capacidad de reacción difieren de una marca a otra, las porciones por saco de cemento varían de acuerdo al fabricante, pero van del orden de 200 a 900 gr.
- Otras adiciones. Existen acoples direccionados al mezclador en donde se adicionan materiales hidrófugos o algunas veces porciones de cal u otros materiales, esto con el fin de eliminar la mayor cantidad de cemento de la mezcla con fines económicos.

Luego de pasar estos componentes a la mezcladora u homogenizador se mezclan los productos y se procede al llenado de moldes, este llenado se debe realizar hasta mas de la mitad, es decir, se debe dejar $\frac{1}{4}$ de fomaleta sin llenar, ya que la reacción demora aproximadamente 20 a 25 minutos, en donde comienza a efervescer y a generar el gas de hidrógeno, cuando haya alcanzado la reacción se llenará por completo el molde, es este proceso de deja secar el producto de 2 a 3 horas.

Después pasa a un proceso de alzado y rigidización de los moldes, en donde transportados y enrazados los moldes para recuperar el material sobrante, que es reciclado y adicionado nuevamente a la mezcladora u

homogenizador, además de la recuperación de los moldes, en algunos casos no se retiran los moldes hasta después del paso por las cámaras de autoclaves, esto en realidad depende del producto a colar o fundir, ya que existen productos que se dejan desencofrar rápidamente mientras que existen otros que no.

Luego pasa al proceso de cortado, el cual, por ejemplo, en la fabricación de placas de gran tamaño, se funde el producto en naves de gran tamaño sobre mesas grandes, para obtener un solo producto, luego se corta de diferentes medidas, este corte se realiza con alambres bien templados y se realiza cuando el producto este aun fresco.

Una vez realizado el corte se pasa el producto, a través de rieles, a las cámaras de autoclaves o curado a vapor, puede ser este de alta o baja presión, en este proceso pasa el producto de 6 a 8 horas dependiendo el producto, el cual se mide en toneladas de secado, así mismo depende del tipo y sistema de auto clavado.

Finalmente pasa por un periodo de retirado de moldes, si no se han retirado anteriormente, y un almacenaje de los productos fabricados.

Se puede tomar como nivel experimental la siguiente dosificación:

Cemento, arena, cal, polvo de aluminio, agua (1 : 2 : 3 : 0.02 : 0.4). Con esto se espera una densidad de 500Kg/m³, si se pasa por autoclaves esperaríamos una resistencia de 125 Kg/cm², si no de 30 Kg/cm².

1.3.2.2 MÉTODOS ESPUMOSOS

Cualquiera que sea el método el principio es: atrapar aire y homogenizarlo a la masa de cemento, la pregunta aquí es: ¿cómo atrapo el aire?, para

esto existen 2 métodos conocidos, el de espuma preformada, el cual, consiste en preparar una espuma estable que no se deje disolver ni reventar y posteriormente incorporarla a la masa cementante, el otro método consiste en adicionar un aditivo a un mortero y dejar que el aditivo atrape aire, claro está, que si se hace así de simple, la condición de atrapar aire se ve limitado a su superficie, tal y como funciona un incorporador de aire (el cual es otro método que funciona solo superficialmente), la idea es más bien, lograr que el aditivo encapsule el aire y quede incorporado en toda la masa cementante, es por esto que es conveniente colocar a este sistema de fabricación, una presión de aire mientras el aditivo se incorpora al mortero celular, con esto se fuerza al aditivo a que atrape más aire y mientras se homogeniza la mezcla este aire va quedando repartido uniformemente.

Luego de esta breve introducción abordaremos uno a uno los sistemas mas comunes de fabricación de un concreto celular:

ESPUMA PREFORMADA

Es necesario, como primera medida, conocer los componentes del concreto celular fabricado por este sistema:

- Maquinaria.
- Aditivos.
- Materiales.
- Resistencias.

MAQUINARIA.- Dentro de la maquinaria se tiene que adquirir un **GENERADOR DE ESPUMA**, que es relativamente económico y no es complicado de conseguirlo, existen marcas de países: Alemanes, Suecos, Americanos, etc., estos generadores de espuma logran su función gracias

a un aditivo espumante y como producto final se tendrá una espuma densa, bastante estable, de color blanco muy similar a la espuma que se usa para rasurarse la barba, las burbujas de que está compuesta la espuma tiene la particularidad de ser tamaño homogéneo, pequeño (apenas se percibe a la vista) y principalmente que sea difícil reventarse o disgregarse, cuando ya se tiene la espuma fabricada, viene el problema de incorporarla al concreto o mortero celular, se puede pensar en una opción sencilla y es la de adicionarla a un mezclador convencional, sin embargo, es necesario tener la medida por volumen de la espuma a inyectar, se podría pensar en adicionar la espuma por baldes u otra medida de volumen, sin embargo, un litro más de espuma descuadra la densidad que se desea, ya que se adiciona más aire o más espuma, por lo que es necesario contar con un temporizador, este ayudará a controlar la cantidad de espuma que entra a la premezcla cementante, cuando ya se tenga el temporizador y la cantidad de espuma controlada viene el problema de adicionar la espuma y que esta se homogenice bien de entrada, es decir se necesita una presión de entrada a la masa cementante, es bueno decir, que los materiales deben estar homogenizados perfectamente antes de adicionar la espuma, si se adiciona la espuma a un trompo o mezclador convencional y sin una presión de entrada, la espuma rotará en la superficie y tendrá que girar muchas más veces el homogenizador antes de incorporarse la espuma, corriendo el riesgo de *quemar la mezcla*, lo cual significa disgregar las propiedades del cemento por fuerza centrífuga, entonces se tiene dos factores importantes, un temporizador y una presión de entrada, esta presión debe estar en el orden de 80 lbs, también es necesario, hacer los descuentos por pérdida de espuma, es decir, existe un porcentaje bajo de pérdida del orden del (5%), que en realidad es pequeño, pero, es necesario calibrar esta pérdida y más si se requiere mezclas con densidades perfectas, estas pérdidas se pueden incrementar si se usa un homogenizador convencional o no apto para concreto o mortero celular, es decir, la premezcla que está perfectamente homogenizada, en su

mezclador, se le adiciona la espuma, el peso del volteo hace reventar más espuma que si se variara la velocidad y las aspas internas para que el homogenizado con la espuma sea lo mas suave posible y su incorporación sea perfecta, luego de analizar esta información se tiene entonces los siguientes factores a tener en cuenta:

Si se adquiere un GENERADOR DE ESPUMA, es necesario controlar: un temporizado perfecto de espuma en Lts/seg, una presión de entrada y una homogenización más suave que la convencional.

Si adquiere un GENERADOR DE CONCRETO O MORTERO CELULAR, lo único que se tiene que hacer es hacer una graduación de las llaves de paso de aditivo y de aire hasta lograr la mezcla perfecta y fijar su posición. Los GENERADORES DE CONCRETO CELULAR, son muy eficientes, fáciles de manejar y con menos riesgos de falla que un GENERADOR DE ESPUMA.

ADITIVOS.- Existen muchos aditivos en el mercado, desde, los fabricados con sangre de animal, fabricados con productos naturales y los fabricados sintéticamente, la formulación de estos aditivos sintéticos difieren dependiendo el modo de emplearlos, por lo general son productos a base de siliconas, PVA., alcoholes naturales, sulfatos, etc. Sin embargo, un aditivo debe cumplir con la propiedad de generar espuma y que esta espuma fabricada resista la fuerzas múltiples de mezclado, las cuales, están del orden de 10 kg/cm² de presión, una buen aditivo debe soportar estas fuerzas múltiples, además el aditivo, se puede rendir en agua, esto con el propósito de hacerlo mas económico, es decir existen aditivos que se relacionan así:

- 1 litro de aditivo, en 20 litros de agua, para 1 m³ de mortero celular.
- 1 litro de aditivo, en 40 litros de agua, para 1 m³ de concreto celular.
- 1 litro de aditivo, en 60 litros de agua, para 1 m³ de concreto celular.

Siempre que se vaya a adquirir un aditivo: AGENTE ESPUMANTE, vale la pena preguntar su rendimiento en agua, además, entre menos rendimiento en agua, mas costoso se toma el producto, pero, se debe tener cuidado a la hora de adquirir productos que ofrezcan más de una relación 1:60 un litro de aditivo en 60 litros de agua, ya que, pueden producirse deficiencias en la calidad de la espuma y por lo tanto en el producto final.

MATERIALES Y RESISTENCIAS.- Los productos fabricados por este sistema son elaborados con:

- Cemento, agua, arena y espuma (cuando fabricamos morteros).
- Cemento, agua, arena, agregado grueso menor de 3/8' (cuando fabricamos concretos).

El uso del cemento por metro cúbico esta alrededor de 280 a 350 Kg de cemento por metro cúbico, el rango es tan grande, ya que, los productos se pueden fabricar con una gran amplitud de densidades desde: 350 Kg/m³ hasta 1800 kg/m³.

Como se tienen grades posibilidades en las densidades, es necesario, contar con una dosificación muy variada, tanto para lograr la densidad, como para lograr la resistencia final.

Una dosificación típica de un mortero de 1200 kg/m³, llega a tener:

- 300 kg de cemento.
- 840 kg de arena.
- 140 Lts de agua.
- 460 Lts de Espuma. (preparado con 0.7 lts de aditivo en 35 Lts de agua).

Entre menos densidad se desee mayor va hacer la concentración de aditivo por m³ de producto a fabricar.

Es importante tener en cuenta la relación agua / cemento, por ejemplo en la dosificación anterior se toma una relación:

AGUA TOTAL / CEMENTO.

Agua en la mezcla + agua en el aditivo / cemento.

$$140 + 35 / 300$$

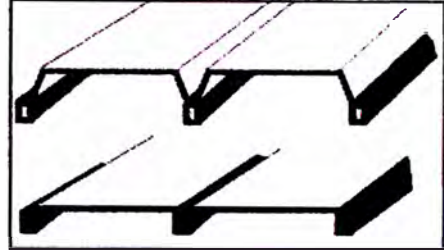
$$A/C = 0.58$$

La cual es una relación bastante grande si la comparamos con una relación agua / cemento de un mortero o un concreto normal que esta por el orden de 0.35.

Esta relación agua cemento, está muy relacionada con la obtención de una resistencia final adecuada, ya que, al adicionar más agua se impide lograr una resistencia alta, es por esto que se deben hacer pruebas en probetas y sobre los materiales finales, ya que, no es lo mismo una resistencia a la compresión en probetas para mortero de 70 kg/cm² a la resistencia de un bloque de 70 kg/cm², por lo que se deben evaluar ambas resistencias, como el concreto celular a base de espuma preformada tiene problemas con la resistencia final, es necesario realizar varios ajustes para poder obtener productos no tan pobres de resistencia, por ejemplo el uso de arenas de río con bastante contenido de cuarzo o arenas sílice y que estén finas, existen varias alternativas para lograr concretos o morteros con resistencias adecuadas.

Existen varios libros Europeos sobre el tema de concreto o mortero celular, que indican que el concreto fabricado por este sistema no funciona para elementos precolados, por tener una resistencia tan pobre, lo que sucede es que, no se puede pretender fabricar productos con resistencias altas con relaciones agua / cemento tan altas, además con bajos contenidos de cemento, el uso del concreto celular está encaminado a fabricar productos acordes a sus resistencia, por ejemplo, la normativa Colombiana permite el uso de ladrillos para muros divisorios que tengan una resistencia entre 35 y

50 kg/cm², en un mortero celular se puede obtener esta resistencia, para muros portantes de carga se piden resistencias entre 70 y 100 kg/m³, esto también se puede obtener en un concreto celular con una densidad de 1300 Kg/m³, comparados con bloques cuya densidad es de 1800 a 2000 kg/m³.



Además una ventaja contra los bloques convencionales sería eliminar carga muerta en la estructura.

En resumen si se puede construir elementos estructurales netamente en concreto celular, lo que pasa es que la cantidad de espuma es poca, por ejemplo, se puede lograr resistencias a la compresión de 211 kg/cm², con elementos de concreto celular con densidad de 1800 kg/m³, que es una densidad más baja que la normal, sin embargo el ahorro de materiales no es muy representativo, mientras que si se utiliza el concreto celular en densidades más bajas se ven los ahorros de materiales, por ejemplo, una densidad de 1200Kg/m³ en mortero, se representan ahorros en materiales del orden del 15% y en todo un sistema constructivo ahorros de cimentación, mano de obra, rapidez, etc., del orden del 35%.

Como punto final se puede decir: que por este sistema, el curado no necesita cámaras de autoclave. Si se cuenta con un cuarto húmedo es suficiente o simplemente dejar que los elementos se curen al aire libre, teniendo cuidado del calor o frío extremo, además de las heladas, es lógico pensar que productos que estén en condiciones climáticas con temperaturas de 30°C y humedades relativas del orden del (35%), tendrán mejores curados que climas con temperaturas de 20°C y una humedad relativa del (10%), se deben evaluar las condiciones de curado y tomar medidas si se requieren, tapar los elementos con plástico, no dejarlos a la

lluvia intensa (curarlos en Bóveda), etc. Son algunos ejemplos de mejorar las condiciones de curado.

A diferencia del sistema de polvo de Aluminio, en el que, el volumen crecía a través del tiempo (20 a 30 Minutos), mientras reaccionaba el polvo de aluminio para formar hidrógeno, el sistema de espuma preformada incrementa su volumen al adicionar la espuma y es instantáneo, luego de colar o fundir los elementos con el mortero o concreto, estos, no incrementan su volumen a través del tiempo, es por esto, que los mezcladores deben ser utilizados a su media capacidad, ya que al adicionar la espuma se incrementa su volumen entre un 25 a un 85%.

ESPUMA PRODUCIDA POR LA INCLUSIÓN DE AIRE

Este método consiste en la adición de un aditivo de alto poder de concentración, esta aditivo se adiciona directamente a la mezcla de concreto o mortero celular, existen varios procedimientos, adicionar entre 1 a 1.5 litros por saco de cemento de aditivo, en un mezclador normal, este comienza a homogenizar el aditivo, a la premezcla cementante, el aditivo se empieza a incorporar a la mezcla mientras atrapa cierto porcentaje de aire, entre más veces gire el homogenizador o mezclador, más aire atrapa, es decir para un mortero de 1200 Kg/m³. (porciones para un metro cúbico).

Se debe mezclar en un trompo convencional:

- Cemento: 50 Kilos.
- Arena: 90 Kilos.
- Agua: 15 Litros.
- Aditivo para concreto celular: 0.8 litros.
- Fibras de polipropileno: 0.125 Kilos.

Primero se incorpora los materiales (arena, cemento y agua), se deja homogenizar por un tiempo de 4 minutos, adicionando primero el total del

agua, luego, la mitad del cemento, la mitad de la arena y se repite hasta completar la cantidad total de materiales.

Segundo, se incorpora las fibras de refuerzo secundario y se deja incorporar por un periodo de 3 minutos, la mezcla se seca un poco reacondicionando su plasticidad.

Tercero, se incorpora la totalidad del aditivo para concreto celular y se deja homogenizar:

- Si se deja mezclar 3 minutos, se obtendrá una densidad de: 1800 kg/m³.
- Si se deja mezclar 5 minutos, se obtendrá una densidad de: 1500 Kg/m³.
- Si se deja mezclar 8 minutos, se obtendrá una densidad de: 1300 Kg/m³.
- Si se deja mezclar 10 minutos, se obtendrá una densidad de: 1200 Kg/m³.
- Si se dejara más tiempo, la densidad ya no disminuirá.

Este método tiene la complejidad de mezclar hasta el límite los materiales, es decir, se corrió el riesgo de sobre mezclar los elementos y disgregarlos, por lo que se recomienda realizar el batido suavemente y lentamente, vale la pena bajar un poco las revoluciones del homogenizador, puede ser, aumentando el recorrido de la correa con algún método mecánico.

Este método de aire incluido, arroja buenos resultados, gracias a su aplicación se obtiene grandes ventajas en la resistencia, pero, se incrementa el costo final por el aditivo, ya que, el aditivo, no permite su rendimiento en agua, este factor, arroja resultados completamente diferentes al método de espuma preformada, por lo tanto las dosificaciones varían y los resultados finales.

1.3.3 PROPIEDADES DEL CONCRETO CELULAR

1.3.3.1 REDUCCIÓN DEL PESO (CARGA MUERTA)

Al aplicar el sistema de concreto celular en cualquier estructura se aprecian cargas muertas lo más livianas posibles, esto es importante en áreas de alto riesgo sísmico, ya que los muros que sufrieren daño y se precipitaran sobre las personas no causarían daños físicos, lo contrario ocurriría con el concreto convencional, así mismo se puede decir que la remoción de escombros es mucho más rápida y así mismo el rescate de las personas, gracias a la reducción del peso del material.

Otro ejemplo práctico es en la construcción de un edificio de gran altura, ya que si los muros no portantes se fabrican en concreto celular, ya fueran estos paneles o bloques, se puede reducir la carga muerta de la edificación y en consecuencia, también el acero de refuerzo de los elementos estructurales y cimentación.

La baja densidad del concreto celular determina el peso del material, por lo que la manejabilidad en transporte de material, acarreo, organización y colocación de paneles de mampostería determinan el tiempo de ejecución de las obras, un camión convencional puede transportar unidades de bloques de arcilla o de concreto hasta cierto punto, ya que se ve limitado por el peso y no por el volumen del material a transportar, con el concreto celular, en bloques convencionales de 400 a 800 Kg/m³, se aplica la tercera parte el peso, por lo que el camión convencional que antes transportaba cierta cantidad de unidades, en concreto celular, transportará muchas más unidades, al apilar el material se ejecuta en forma más rápida, como el material de concreto celular es de poco peso la fabricación se realiza en placas o bloquetones, los cuales son mucho más grandes, por lo tanto la mano de obra ejecuta mucho más rápido la construcción.

1.3.3.2 AISLAMIENTO TÉRMICO

El aislamiento térmico puede considerarse como el coeficiente de resistencia a la transmisión de calor. Una de las características más especiales que posee el concreto celular es el valor relativamente alto del aislamiento térmico que se hace mayor o menor en razón inversa a la densidad del material. Las oquedades llenas de aire no aumentan el peso del concreto, mientras que la conductividad total de un concreto poroso es la resultante de la conductividad térmica de la estructura de silicatos más la del aire contenido en ellos. Es por esta razón que la conductividad térmica se relaciona

con la densidad aparente.

TIPO DE CONCRETO	DENSIDAD (Kg/m ³)	VALOR DE k (kcal/m.h.°C)	VALOR DE 1/k (m.h.°C/kcal)
Escoria de hulla (Clinker)	1200	0.31	3.23
	1520	0.50	2.00
	1680	0.56	1.78
Escoria Espumosa	1000	0.25	4.00
	1280	0.30	3.33
Arcilla expandida	720	0.17	5.89
	960	0.24	4.16
	1200	0.29	3.45
Cenizas sintetizadas de combustible en polvo pómez	1200	0.29	3.45
	720	0.16	6.26
	1120	0.25	4.00
	1200	0.29	3.45
Vermiculita	576	0.14	7.15
	770	0.19	5.26
Perlita	480	0.10	10.00
	800	0.19	5.26
Concreto celular	320	0.07	13.86
	480	0.09	10.75
	640	0.12	8.06
	800	0.17	5.89
	960	0.22	4.55
Concreto sin finos (con grava)	1760	0.72	1.39
	1840	0.81	1.24
Concreto sin finos (con escoria de hulla)	1280	0.40	2.50
	1440	0.48	2.07
Concreto compacto	2320	1.24	0.81
Tabique de barra cocida	1600	1.12	0.89
Material peso ligero para enlucido	448	0.10	10.00
	480	0.11	9.09
	640	0.16	6.25
	770	0.17	5.89
	900	0.22	4.55
Yeso compacto	1600	1.00	1.00

Los valores de conductividad y resistividad térmica del concreto celular y de sus materiales asociados se muestra en la tabla a la izquierda.

En la tabla Se muestran los valores de "U" para algunos sistemas de muros. La transmitancia térmica o valor "u" tiene una gran importancia práctica ya que proporciona las bases para comparar los valores efectivos de aislamiento de distintos sistemas de techos y muros utilizando diferentes materiales, así, como también para calcular las pérdidas de calor en los edificios.

TRANSMITANCIA TÉRMICA "U" DE ALGUNOS TIPOS DE MURO

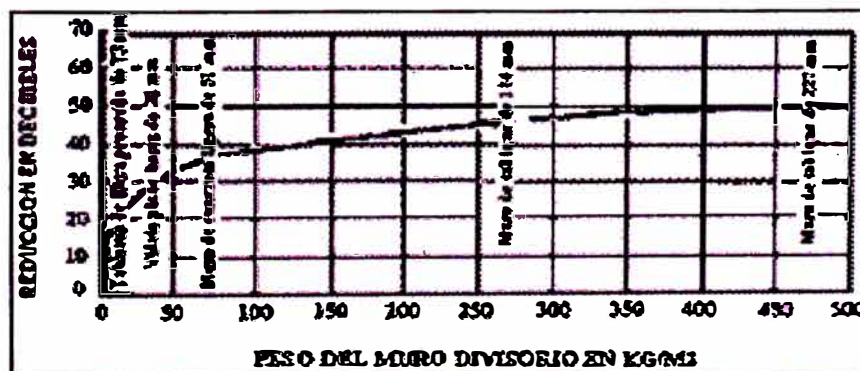
TIPO DE MURO	VALOR "U" Kcal/m ² h°C
Muro de concreto compacto de 20 cm de espesor, mezcla 1:2:4	2.68
Muro de tabique macizo de 22.5 cm de ancho enyesado en el lado interior	2.10
Muro de tabique hueco de 28 cm de espesor enyesado en el lado interior	1.46
Muro de concreto sin finos (con grava) de 25 cm de espesor con aplanado y enyesado	1.66
Muro de concreto sin finos (con escoria de hulla) de 25 cm de espesor con aplanado y enyesado	1.12
Muro de concreto celular de 15 cm de espesor (densidad de 880kg/m ³) con aplanado exterior y enyesado interior.	0.98
Muro hueco, cara externa de tabique de 11 cm de espesor, cara interna de concreto celular de 8 cm de espesor (densidad de 880 kg/m ³) enyesado.	1.07
Muro hueco, cara externa de tabique de 11 cm de espesor, cara interna de concreto celular de 8 cm de espesor (densidad de 560 kg/m ³) enyesado.	0.78
Muro de bloque de concreto celular (densidad de 480kg/m ³) de 20 cm de espesor con aplanado exterior y enyesado interior.	0.39

1.3.3.3 ACÚSTICA

El sonido es una forma de energía y como tal se le puede medir con instrumentos físicos. El factor de reducción de sonido es la relación de la energía del sonido en su origen de energía del mismo en cualquier otro lugar

y se expresa en decibeles (dB). La transmisión del sonido a través de un muro puede ser tolerable a cierta frecuencia pero intolerante a otra. Casi todas las estructuras proporcionan un mejor aislamiento a frecuencias altas que a bajas y los mayores huecos son generalmente mejores para altas frecuencias, que los muros sólidos de mismo peso, pero no son mejores para frecuencias bajas. La efectividad de los muros sólidos para reducir el sonido transmitido es proporcional al peso del muro es decir entre más liviano sea un muro más propiedad acústica proporciona, teniendo en cuenta la construcción de huecos grandes y distribución uniforme de vacíos con esto se garantiza aislar las frecuencias altas y bajas.

Los muros acústicos fabricados en concreto celular deben estar enlucidos o estucados, ya que, los poros deben trabajar junto con el muro como un sello hermético. El enlucido o el estuco debe ser perfectamente trabajado y rigurosamente examinado, ya que, puede tener alguna filtración de sonido; sobre todo tener cuidado en las juntas. La absorción del sonido; es una propiedad bastante distinta a la del aislamiento acústico. Los materiales que absorben sonido reducen la reflexión del sonido de una superficie, mientras que los materiales que aíslan el sonido reducen el sonido que pasan a través de ellas.



La Figura muestra las relaciones entre el peso del muro divisorio y la reducción del sonido transmitido

El concreto celular, muestran una cantidad de absorción de sonido moderadamente buena, ya que amortigua o reduce las ondas de sonido de ondas altas a múltiples ondas pequeñas, a continuación se ha propuesto un ejemplo de absorción del sonido sobre un rango muy elevado de frecuencias utilizando concreto celular de 7.6cm sin enlucir:

FRECUENCIA CICLOS / SEG	EN	125	500	2,000	4,000
COEFICIENTE ABSORCIÓN	DE	0.20	0.60	0.50	0.50

Una de las ventajas del "concreto celular absorbente", sobre materiales más densos es la absorción inherente que se proporciona en las cavidades, es decir, "el concreto celular absorbente" da un efecto de colchón de absorción del sonido, en otras palabras es un atenuante oportuno del sonido que se utiliza en muros divisorios o de fachada.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DEL PROYECTO

2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

2.1.1 ALCANCE

Se describirá las etapas de construcción como son la limpieza y preparación de superficies de concreto de los techos nuevos y existentes, aplicación de la protección impermeable bituminosa, instalación de planchas de aislamiento térmico de poliestireno extruido, superficie nivelante de concreto f'c 140 kg/cm², instalación de la capa final con un pavimento conformado con unidades de albañilería "pastelero" asentado sobre mortero de cemento y arena, colocación de juntas de dilatación, instalación de sumideros y por último la instalación de guardaguas de planchas metálicas para cubrir los parapetos y juntas de separación sísmica sobre los techos.

Los trabajos están divididos en cuatro áreas:

1. Perú Plaza
2. Concourse Norte
3. Terminal
4. Concourse Sur

2.1.2 INGENIERÍA

Antes de comenzar con los trabajos de instalación del sistema de aislamiento acústico e impermeabilización de techos, la empresa constructora iniciará los

trabajos de movilización de equipos, personal y mobiliario, además de la instalación del suministro de energía eléctrica, agua industrial, líneas de aire comprimido y la incorporación a la Obra de los equipos necesarios para la construcción.

2.1.2.1 Preparación de la documentación y coordinaciones con OBI.

Coordinación de los trabajos de organización, suministro de equipos, conformación el personal técnico y obrero, para ejecutar la obra y cumplir con los estándares exigidos.

2.1.2.2 Movilización de oficinas, almacén, equipos y personal.

Los trabajos consisten en el traslado de toda la infraestructura necesaria y suficiente para desarrollar el proyecto.

Oficinas y almacén.

Para la habilitación de oficinas se utilizarán 03 contenedores, cada uno contará con el mobiliario necesario para desarrollar las actividades referentes al proyecto, el mobiliario consistirá en muebles escritorios, equipo de cómputo y equipos de oficina. El traslado de los contenedores será a través de un camión trailer, y descargados con una grúa.

El almacén de obra y el área de descarga de materiales estarán localizados al costado de las oficinas, el área circundante a oficinas, almacén y áreas de descarga de materiales serán delimitadas de manera adecuada.

Equipos

Los equipos necesarios para desarrollar los trabajos serán trasladados a la obra a medida que la necesidad del trabajo lo requiera.

Los equipos necesarios consistirán en torres de andamios, 01 elevador mecánico, 02 winches eléctricos y una compresora, los que serán

instalados en primera instancia apenas inicien los trabajos previos de instalación del sistema de aislamiento acústico e impermeabilización de techos.

Personal

El personal ingresará a las instalaciones del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, después de haber obtenido las charlas de seguridad OBI y LAP. Cada uno ingresará portando su identificación (fotocheck) sólo a las áreas autorizadas por LAP.

2.1.3 PROCURA

Los materiales que se cotizarán para tramitar la aprobación mediante los "submittal" serán los siguientes:

- Imprimante, sellador o primer como material de base
- Carpeta impermeabilizante Bituminosa de e = 4.6 mm.
- Plancha de Poliestireno Extruido e = 2"
- Concreto premezclado de resistencia $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ -
- Mortero de cemento arena 1:5
- Ladrillo Pastelero.
- Flashings Metálicos.
- Sellador elastomérico.

2.1.4 CONSTRUCCION

La etapa de construcción comprende las labores específicas para la instalación del sistema de aislamiento acústico e impermeabilización de techos, dividido en los 4 sectores anteriormente mencionados, estas labores son repetitivas en cada sector.

De acuerdo al cronograma de obra establecido las fechas de inicio para cada área de trabajo es como se muestra a continuación:

1. Perú Plaza

Inicio: 14 de junio del 2004

Fin: 23 de julio del 2004

2. Concourse Norte

Inicio: 21 de julio del 2004

Fin: 04 de setiembre del 2004

3. Terminal

Inicio: 30 de agosto del 2004

Fin: 20 de octubre del 2004

4. Concourse Sur

Inicio: 08 de octubre del 2004

Fin: 27 de noviembre del 2004

2.2 IMPORTANCIA DEL PROYECTO

El proyecto comprende el mejoramiento de la superficie del techo del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. Dentro de este mejoramiento se encuentran los procedimientos constructivos para ejecutar el sistema impermeable para techos con componentes compatibles que no permitan el paso de ruidos y que soporten las cargas de los vientos, los movimientos inducidos térmicamente y la exposición a la intemperie sin que se presente falla.

Antes de iniciar el proyecto la superficie del techo del aeropuerto mostraba diferentes puntos de filtración, básicamente en la zona conocida como Antiguo Terminal, en donde como era de preverse por la antigüedad del mismo se han ido produciendo agrietamientos en la losa provocando que el agua pluvial e inclusive el agua de desfogue proveniente de los equipos de aire acondicionado que trabajan en el techo del aeropuerto filtren hacia la zona inferior.

Cuando se empezó el proyecto se descubrió que el techo del Antiguo Terminal ya había recibido algún tipo de tratamiento impermeabilizante con mantas asfálticas sobre las “piscinas” (el nombre de *piscina* proviene de la forma singular que ha adoptado el techo del Antiguo Terminal al cruzarse las vigas con peralte negativo en ambas direcciones). Dicho tratamiento fue recibido hace más de una década por lo que se encontró el material impermeabilizante en estado de deterioro.

Ante esta situación surgió la necesidad de darle un tratamiento inmediato a la superficie del techo del aeropuerto. Inclusive la zona del Nuevo Terminal o también llamada Concourse fue tomada en cuenta ya que a pesar de ser una losa nueva, se proyectaba que el tratamiento pudiera durar una vida útil considerable.

Es así como el consorcio Overseas Bechtel Inc., creyó conveniente traer desde EE. UU. este tipo de tratamiento e implantarlo como solución al problema de filtración, ofreciendo además un sistema de aislamiento termoacústico que permitió contrarrestar los efectos de los ruidos provocados por el despegue y el arribo de los aviones, y a la vez redujo el uso de equipos de aire acondicionado, muchos de los cuales tienen un elevado costo, ya que se empleó un elemento que disminuyó notablemente el flujo de calor de la superficie del techo hacia la zona inferior.

2.3 SISTEMA ROOFING SYSTEM (SISTEMA DE COBERTURA DE TECHO)

Esta sección incluye un sistema de impermeabilización bituminosa para protección de techos, incluyendo imprimante, impermeabilización bituminosa, guardaguas, lámina separadora, aislamiento, tejido de filtrado, relleno de mortero para concreto y pavimento de recubrimiento y protección.

2.3.1 REQUERIMIENTOS DE RENDIMIENTO

Instalar un sistema impermeable para techos con componentes compatibles que no permitan el paso de fluidos y que soporten las cargas de los vientos, los movimientos inducidos térmicamente y la exposición a la intemperie sin que se presente falla alguna.

2.3.2 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

- A.** Se debe contratar los servicios de un instalador con experiencia en la ejecución de este tipo de trabajos que se haya especializado en la instalación de sistemas para techos similares a aquellos requeridos para este proyecto.

- B.** Debe existir responsabilidad de un solo fabricante para poder recibir la garantía del sistema del fabricante de impermeabilización bituminosa, suministrar el guardaguas, aislamiento y pavimentos de recubrimiento y protección según las instrucciones del fabricante de impermeabilización bituminosa.

- C.** Se debe suministrar aislamiento con las características contra incendios de superficies que se indican a continuación, según las

determinaciones de los materiales compuestos de revestimientos y soportes similares a aquellos requeridos en esta sección, de acuerdo con la ASTM 84, que fueron ensamblados en las pruebas realizadas por un laboratorio de ensayos aceptables para las autoridades que poseen la jurisdicción.

- Propagación de la llama: 10 o inferior.
- Humo desarrollado: 200 o inferior.

2.3.3 ENTREGA, ALMACENAMIENTO Y MANIPULEO

- A.** Almacenar los materiales para techo en un lugar seco, cálido, bien ventilado y protegido contra la intemperie, según las instrucciones del fabricante de sistemas para techos.
- B.** Manipular y almacenar los materiales para techo y colocar el equipo de modo tal que se evite daño a la estructura o a miembros de soporte estructurales.
- C.** Entregar y almacenar materiales líquidos en sus recipientes originales, no dañados, en un lugar limpio, seco y protegido y dentro del rango de temperatura requerido por el fabricante del sistema de techos.
- D.** Proteger los materiales de aislamiento para techos contra el deterioro y los daños que pueda causar la luz solar, humedad, suciedad y otras fuentes. Almacenar en lugares secos. Cumplir con las instrucciones del fabricante de aislamiento en lo que respecta al manipuleo, almacenamiento y protección del aislamiento durante la instalación.

2.3.4 CONDICIONES DEL PROYECTO

- A.** Se debe proceder con la impermeabilización bituminosa una vez que la construcción de la superficie del techo y los trabajos de penetración se hayan completado.

- B.** Se debe proceder con el trabajo de techado sólo cuando las condiciones climáticas existentes y pronosticadas permitan la instalación del mismo según las instrucciones y requerimientos de garantía del fabricante.

2.3.5 PRODUCTOS

2.3.5.1 IMPERMEABILIZACIÓN BITUMINOSA

Proporcionar impermeabilización bituminosa de asfalto, aplicada en caliente, de un solo componente.

2.3.5.2 AISLAMIENTO

Se utilizará planchas de aislamiento de poliestireno extruido, que son un tipo de aislamiento térmico de poliestireno celular, rígido, con células cerradas y revestimiento de alta intensidad integral, formada por la expansión de una resina con base de poliestireno en un proceso de extrusión para cumplir con la norma ASTM C 578 tipo IV, densidad mínima de 1.8 pcf y con las siguientes propiedades:

- 1.** Resistencia a la compresión mínima, ASTM D 1621: 276 kPa.

2. Absorción máxima de agua por volumen, ASTM C 272: 0.15 por ciento.
3. Infiltración del vapor de agua, ASTM E 96 (25 mm de espesor): 0.8 de infiltración (máx.).
4. Valor R de 05 años a 23.9 °C: 5
5. Perfil de borde: Tipo cuadrado o traslapado.

2.3.5.3 MATERIALES AUXILIARES

- A. Guardaguas flexibles: Neopreno en láminas, no curado, de 1.5 mm de espesor, fabricada usando plomo rojo, sometido a un proceso de curado, compatible con la impermeabilización bituminosa y el adhesivo
- B. Imprimante y sellador: Pintura base para asfalto ASTM D41 recomendada para el fabricante de impermeabilización bituminosa.
- C. Selladores, listones de borde y accesorios: Según las recomendaciones del fabricante de impermeabilización bituminosa.

2.3.5.4 PAVIMENTOS

- A. El recubrimiento se realizará con unidades de ladrillo pastelero, hechos a máquina y asentados sobre mortero de cemento y arena gruesa, según las siguientes especificaciones:
 - Espesor: 30 mm
 - Tamaño: 250 mm x 250 mm

- Juntas de asentado: de 15 mm con mortero cemento-arena proporción 1:5.
- B.** Se ejecutarán juntas de dilatación de 30 mm de espesor cada 9 m² rellenas con mortero de brea y arena.

2.3.6 EJECUCIÓN

2.3.6.1 EXAMEN

- A.** Examinar la superficie del techo que va a recibir la impermeabilización bituminosa, con el instalador presente, para el cumplimiento de los requerimientos de curado, acabado, inclinación y otras condiciones que afectan el desempeño de la aplicación impermeabilizante bituminosa. No proceder con la instalación hasta que se haya corregido las condiciones insatisfactorias.
- B.** Examinar los planos esquemáticos del sistema de drenaje de techos para verificar las ubicaciones reales de los mismos y los sistemas de tuberías, antes de la instalación.

2.3.6.2 PREPARACIÓN

Limpiar la superficie de salientes y sustancias nocivas para la obra, cumpliendo así con las instrucciones del fabricante de la impermeabilización bituminosa.

- B. Instalar listones de borde, juntas de expansión y accesorios similares, según las recomendaciones del fabricante de impermeabilización bituminosa.
- C. Rellenar los vacíos y juntas de sellado y aplicar rompedores de junta, según las recomendaciones del fabricante de impermeabilización bituminosa.
- D. Aplicar una base de pintura al techo, según las recomendaciones del fabricante de impermeabilización bituminosa.
- E. Cubrir las superficies adyacentes que no van a recibir la impermeabilización bituminosa.

LIGANTE BITUMINOSO

DESCRIPCION	Emulsion Cationica de Rotura Lenta BS-CSS-1h	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
		Mnimo	Maximo
Agua % Vol.	0.38		0.50
Viscosidad Saybol Furol a 25 °C, s	43.9	25	125
225 ° C	60.9	35	
360 ° C	60		65
Penetración a 25 ° C, 100g, 5 s	43.3	20	50
Solubilidad en tricloroestileno %	99.80%	99%	

CUADRO N° 01

2.3.6.3 INSTALACIÓN DE LA IMPERMEABILIZACIÓN BITUMINOSA

- A.** Cumplir con las instrucciones de instalación del fabricante de impermeabilización bituminosa, incluyendo la preparación de la superficie del techo, tratamiento de juntas, grietas y cambios aplanados en la superficie, y la aplicación de la pintura base.
- B.** Mezclar el asfalto en un mezclador de baño de aceite, de doble chaqueta con un agitador mecánico específicamente diseñado para calentar el asfalto par aplicación de impermeabilización bituminosa. Diseminar el asfalto caliente con estropajos y rodillos de goma, hasta obtener el espesor requerido.

IMPERMEABILIZANTE BITUMINOSO

DESCRIPCION	Emulsion Cationica de Rotura Rapida Modificada con Polimeros BS-CRS-2-p	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
		Minimo	Maximo
Punto de ablandamiento °C	50	46	60
Punto de inflamación en copa abierta de Cleveland, °C		232	
Penetración:			
0 °C, 200 g, 60 s; 0,1 mm		5	
25 °C, 100 g, 5 s; 0,1 mm	53.3	50	100
46 °C, 50 g, 5 s; 0,1 mm		100	
Ductilidad a 25 °C, cm	63	30	
Solubilidad en tricloroestileno %	99.8%	99%	

CUADRO N° 02

- C. Aplicar material para impermeabilización bituminosa a la superficie del techo, a un promedio de 4.6 mm de espesor. El espesor mínimo deberá ser 3.2 mm.
- D. Instalar guardaguas tipo lámina y las coberturas de las juntas donde se indique. Extender los guardaguas en superficies perpendiculares y cualquier otro material que penetre la superficie a no menos de 150 mm, medidos desde la superficie del agregado de fijación que se aplicará sobre el aislamiento.
- E. Realizar pruebas en seco con un detector de defectos de superficie (discontinuidad) eléctrico. Reparar la porosidad o las imperfecciones (agujeros) detectadas y repetir la prueba hasta que no se detecten más defectos.

2.3.6.4 AISLAMIENTO

Empalmar ajustadamente las planchas de aislamiento con el lado acanalado hacia abajo y los empalmes a testa escalonados desde las hileras adyacentes. Cortar y encajar en las penetraciones y salientes de 20 mm. Proporcionar agujeros a través de la plancha de aislamiento para la penetración del mortero de cemento.

AISLANTE DE POLIESTIRENO

DESCRIPCION	FOAMULAR 400	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
		Mínimo	Máximo
Tipo de poliestireno	VI	VI	
Densidad Mínima	1,8 pcf	1,8 pcf	
Resistencia a la Compresión	40 (lb/in ²), min	276 kPa	
Absorción máxima de agua por volumen	0.05%		0.15%
Infiltración del vapor de agua	0.8		0.8
Valor R de cinco años a 23,9 °C	5	5	
Perfil de borde	Cuadrado o traslapado	Cuadrado o traslapado	

CUADRO N° 03

2.3.6.5 INSTALACIÓN DEL MORTERO DE CEMENTO

Instalar una capa de mortero de cemento sobre la plancha de aislamiento, teniendo cuidado para rellenar agujeros en la plancha de aislamiento en una primer pasada, para evitar que el panel se desprenda de la superficie del techo, a medida que se prosigue con la aplicación del mortero en inclinaciones y pendientes, tal como se muestra en los planos de techos.

2.3.6.6 INSTALACIÓN DEL PAVIMENTO PROTECTOR

Instalar un pavimento de recubrimiento y protección (ladrillo pastelero) en la capa de mortero de conformidad con las instrucciones del fabricante.

2.3.6.7 AJUSTE

Corregir las deficiencias de los techos o eliminar la impermeabilización bituminosa para protección de techos que no cumpla con los requerimientos, reinstalar los techos y reparar los guardaguas hasta que se encuentre libre de daños y deterioro en el momento de la culminación sustancial y de conformidad con los requerimientos de garantía.

2.3.6.8 LIMPIEZA

Limpiar el excedente de sustancias rociadas y derramamiento proveniente de construcciones adyacentes usando agentes de limpieza y procedimientos recomendados por los fabricantes del material.

CAPÍTULO III

PROCESO CONSTRUCTIVO Y PROBLEMAS PRESENTADOS **EN OBRA**

3.1 OBRAS PRELIMINARES

3.1.1 Instalación de montacargas tipo ascensor.

Se instaló un montacargas el cual estuvo ubicado inicialmente en la zona del Perú Plaza.

El montacargas tiene la finalidad de transportar los equipos, herramientas y materiales desde la planta en el nivel cero hacia los techos en los que se ejecutaron los trabajos.

3.1.2 Colocación de barandas metálicas temporales.

Se instalaron barandas metálicas tubulares en el perímetro de los techos para brindar seguridad al personal que se encontraba laborando en el área circundante a una altura promedio de 0.90 m.

Estas barandas se instalaron con accesorios de fijación y se fijaron a la cara lateral exterior del concreto existente, estos trabajos fueron previos a cualquier actividad que se ejecutó en los bordes de los techos (a menos de 1.80 m del borde).

3.1.3 Limpieza y preparación de superficies de concreto.

La habilitación y limpieza empezó por la zona denominada Perú Plaza, una vez terminada esta zona se continuó de acuerdo al progreso del trabajo en los sectores Concourse Norte, Terminal y Concourse Sur.

Limpieza

Para la habilitación y limpieza de la superficie de los techos se utilizaron accesorios tales como escobas, espátulas, badilejos de tal manera de obtener una superficie limpia y uniforme, para la eliminación del polvo se empleó aire comprimido.

Faja en chaflán

El trabajo a ejecutarse en la zona de encuentro entre losa y sardineles se denominó "Faja en chaflán", y se construyó con mortero en una relación cemento arena 1:5 en peso, su construcción fue de acuerdo a lo especificado en los planos de detalles del proyecto.

La preparación de las superficies lineales en el encuentro de losas con sardineles fue de tal forma de proporcionar una superficie de adherencia entre el mortero y concreto existente, para esto se utilizaron herramientas manuales, tales como cinceles y combas sólo donde se requería. Antes de la aplicación del mortero se limpió el polvo superficial y humedeció la superficie de los encuentros entre losa y parapetos.

Preparación de canastillas de desagüe

Paralelo a los trabajos de construcción de la faja en chaflán, se habilitaron los puntos de drenaje de agua de lluvia, es decir se hicieron las conexiones de tuberías de desagüe.



Foto Nº 01 - Faja en chaflán.- El trabajo a ejecutarse en la zona de encuentro entre losa y sardineles, se construyó con mortero en una relación cemento arena 1:5 en peso.

3.2 IMPERMEABILIZACIÓN BITUMINOSA

La impermeabilización bituminosa fue ejecutada de acuerdo a la Normas ASTM D41 y ASTM D 449-03 Tipo I.

Estas tareas se ejecutaron siguiendo las recomendaciones del fabricante de impermeabilización bituminosa.

El procedimiento para la aplicación fue como se menciona a continuación:

- Se observó atentamente el Proyecto de impermeabilización, antes de los trabajos de impermeabilización, tales como colectores de agua pluvial, tubos salientes hidrantes, cajas de pasaje intermedias y terminales, antenas, ductos, etc.
- A todas las zonas donde existían colectores de agua pluviales, tubos salientes, etc., se les imprimó de tal manera que se les proporcionó un buen remate.
- Mientras se ejecutaba la impermeabilización, se impidió el acceso de personas no calificadas o de materiales, por medio de barreras rotuladas, de manera que no se comprometió el sistema de impermeabilización aplicado.
- Se verificó que las superficies estuvieran limpias y despejadas para el trabajo de impermeabilización.
- Se humedeció la superficie con agua, en donde se pudiera, para garantizar mejor adherencia con la pintura base (Riego de Liga Bituminoso), previo a la impermeabilización bituminosa.

a) Aplicación del riego de liga bituminoso (pintura base de impermeabilización).

El trabajo consistió en la aplicación de la pintura base sobre la losa de concreto existente, el tiempo de espera para su secado es de 1 día. El



Foto N° 02 - Imprimación.- Se observa como el operario aplica el líquido imprimante sobre la superficie del techo. Antes de la aplicación del mismo se ha limpiado la superficie del techo con compresora de aire.

riego se aplicó sobre la superficie del techo debidamente limpia y preparada, con la finalidad de cubrir poros existentes superficiales y facilitar la adherencia con la película bituminosa impermeabilizante.

Para este efecto, se utilizó una emulsión bituminosa catiónica de rotura lenta, tipo CSS-IH cuyo asfalto base tiene penetración 60/70.

b) Aplicación del impermeabilizante bituminoso.

Luego de haberse curado la pintura base de impermeabilización, se extendió la película de asfalto impermeabilizante las veces necesarias hasta alcanzar el espesor requerido (de 3.20 a 4.6 mm).

El ligante bituminoso a utilizarse, fue una emulsión bituminosa catiónica de rotura rápida modificada al 3.5% con polímero SBS (CRS-2P).

Para la aplicación se utilizaron extendedores y regadores manuales hasta alcanzar el espesor requerido por las especificaciones técnicas del proyecto.

3.3 AISLAMIENTO TÉRMICO DE POLIESTIRENO EXTRUIDO

Una vez culminada la aplicación de la capa de impermeabilización bituminosa, se esperó la autorización de conformidad por parte de OBI para iniciar con los trabajos de instalación de planchas.

La unión entre plancha y plancha fue hecha a través de uniones tipo macho - hembra, la cual garantizaba la perfecta unión entre estos elementos.



Foto N° 03 - Impermeabilización.- Piscinas impermeabilizadas con emulsión asfáltica de rotura rápida 2P. Nótese que la faja en chaflán también ha sido impermeabilizada para impedir que por esta pueda filtrar cualquier tipo de líquido.



Foto N° 04 - Prueba de Holliday.- En esta prueba se mide la continuidad de la electricidad a través de un aparato que emite un sonido cada vez que encuentra zonas donde el líquido impermeabilizante no ha penetrado de manera correcta.



Foto Nº 05 - Colocación de planchas de poliestireno extruido.- La unión entre plancha y plancha fue realizada a través de uniones tipo macho - hembra, las cuales garantizan la perfecta unión entre estos elementos.

Procedimiento de instalación

1. Se empezó la colocación de las planchas por una de las esquinas de un paño de techo. En la zona de bordes donde se encontraba con un chaflán se tuvo que cortar las aristas de la plancha con la finalidad que las dos superficies se apoyaran y la unión fuera uniforme.
2. La unión entre planchas fue con una junta macho-hembra, se encajó esta junta de forma manual hasta que las dos planchas hubieran formado una sola superficie, la unión fue hecha ejecutando presión.
3. En las zonas donde existían tuberías o detalles para sumideros, se presentaron las planchas sobre las estructuras y se cortaron siguiendo la plantilla del techo.
4. Se utilizaron niveles de mano a fin de garantizar un nivel horizontal uniforme para las superficies.
5. Al final de la colocación de las planchas estas debieron quedar estáticas formando un solo elemento.

3.4 COLOCACIÓN DE CONCRETO LIGERO

Trazo y replanteo

Los trabajos de trazos y replanteos fueron previos al inicio con los vaciados de concreto en las losas nivelantes, estos trabajos se ejecutaron a fin de localizar el alineamiento de los encofrados.

Los equipos a utilizar fueron un nivel y un teodolito, a fin de garantizar la precisión de los trabajos.

Se tomaron como referencias de apoyo las esquinas de las estructuras de concreto y de los ejes del proyecto.

Colocación de concreto Premezclado $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ / $f'c = 15 \text{ kg/cm}^2$

Terminada la instalación de las planchas de aislamiento térmico, se procedió a la colocación del concreto premezclado, el cual se utilizó con la finalidad de nivelar y establecer las pendientes de escurrimiento de aguas de lluvia y además de cubrir cualquier espacio que pudiera existir entre la unión de planchas de poliestireno extruido, por consiguiente el concreto no tenía comportamiento estructural.

La cobertura de concreto fue colocada por paños previamente establecidos, de acuerdo a la información que se adjunta en los esquemas anexos al presente trabajo y de acuerdo como se especificó en los planos de detalle del proyecto y las especificaciones técnicas.

Encofrados

Los encofrados a usar fueron de madera y colocados en los costados de los paños de losas, su finalidad era delimitar los planos a diferente pendiente.

Las encofrados se fijaron a las planchas de poliestireno a través de pernos, estacas de madera o cualquier otro sistema que mantuviera una verticalidad y rigidez con la finalidad de que estos no pudieran deslizarse durante el proceso de vaciado, la madera en contacto con el concreto fue tratada con un aditivo desmoldante (petróleo) a fin que la mezcla no se adhiriera a la madera.

Vaciado

Antes de descargar el concreto en el punto de entrega, OBI debió dar la autorización para iniciar el vaciado.

El concreto fue premezclado y bombeado, entregándose en el centro de un paño, el personal obrero trasladó mediante carretillas hasta todos los

sectores dentro del paño, evitando al mínimo el manipuleo excesivo de la mezcla.

La consolidación fue ejecutada con un vibrador, el concreto fue vibrado de acuerdo a ACI-309 de tal forma que se eliminaran las burbujas de aire atrapado en la mezcla y quedara consolidada, se evitó en todo momento el sobrevibrado a fin de evitar la segregación y exudación en la mezcla.

El acabado de la superficie de los paños de losa fue frotachado tipo U3, de acuerdo a las especificaciones técnicas.

Desencofrado

Los encofrados laterales de las losas fueron retirados a las 24 horas después de la colocación del concreto, tal y como se especifica en el Project Standard Specification Section 03300, párrafo 3.13.

Control de Calidad

En el punto de descarga se ejecutaron pruebas de asentamiento de acuerdo a ASTM- C143, estas pruebas fueron hechas en cada envío de concreto, se realizó utilizando el Cono de Abrams. También se tomó muestras para los ensayos de compresión, estas fueron tomadas de acuerdo a la norma ASTM-C31.

a) Concreto endurecido

Estas pruebas consistieron en la resistencia a la compresión para concreto estructural. Se ensayaron probetas de concreto en pares a los 7 y 28 días de acuerdo a la Norma ASTM C39. La muestra fue tomada en el punto de descarga a una tasa promedio de muestra de 4 probetas por cada 50 m³ de concreto colocado o por vaciado de un día. Una muestra de ensayo consistía en 4 probetas. Todas estas muestra fueron al laboratorio, no se tomaron



Foto N° 06 - Nivelación para vaciado de concreto.- Con el fin de controlar los niveles y pendientes de drenaje, se colocó puntos topográficos como referencia para los albañiles encargados de colocar el concreto ligero.



Foto N° 07 - Vaciado de concreto.- Se realizó con camiones mixers y además se empleó bombas de concreto para alcanzar la altura requerida.

muestras de prueba de curado en campo, ya que el concreto a utilizar no sería estructural.

3.5 INSTALACIÓN DE PAVIMENTO CON LADRILLO PASTELERO

La instalación del ladrillo pastelero se ejecutó de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, de acuerdo a la hoja técnica que se presentó en el submittal correspondiente. Después de la construcción de la losa de concreto sobre las planchas de aislamiento térmico, y una vez que el concreto hubiera alcanzado los tiempos requeridos para poder ser puesto en servicio (24 horas), se procedió con los trabajos de construcción del pavimento con ladrillo pastelero.

Las áreas a ser trabajadas fueron en paños de 9 m², y fueron asentadas sobre una capa de mortero con un espesor de juntas de asentado de 15 mm en una relación en peso (cemento: arena) 1:5.

Para iniciar con el asentado se delimitó áreas de 9 m² a través de un encuadrillado que fue marcado sobre la superficie de la losa de concreto a través de tiralíneas, el asentado del ladrillo fue siguiendo los procedimientos convencionales para las unidades de albañilería, es decir el uso de cordeles y niveles de mano.

Dentro de estos paños se procedió al asentado del ladrillo pastelero, el cual fue saturado con agua previamente a su asentado, se limpió la superficie de la losa de concreto y se corrigieron las irregularidades existentes, se humedeció la superficie y se procedió a la aplicación de una capa de mortero donde se posteriormente se asentaría el ladrillo pastelero.



Foto N° 08 - Asentado de ladrillo pastelero.- Se realizó con una plantilla previamente definida, y dejando cada 9m2 espacio suficiente para sellar las juntas de dilatación con emulsión -arena.



Foto Nº 09 - Asentado de ladrillo pastelero.- Se observa el asentado en la zona del Concourse. El ladrillo se asienta sobre la capa de concreto ligero.



Foto N 10 - Fraguado de ladrillo pastelero.- Después del asentado del ladrillo pastelero se procede a la fragua del mismo. Esta fragua se realiza con mezcla de arena-cemento.

Cada paño llevó un control de niveles a fin de garantizar que los trabajos se ejecutaran tal y como mandan los planos del proyecto.

Se dejaron espacios sin colocar pastelero antes de la instalación de postes en la losa de concreto con la finalidad de que tuvieran soportes de seguridad para la instalación de guardaguas, estos espacios fueron cubiertos con el pastelero una vez que se dejaron de utilizar los postes y fueron removidos.

3.6 INSTALACIÓN DE JUNTAS

Juntas elastoméricas de dilatación

La instalación de las juntas de expansión elastoméricas fue ejecutada en el encuentro de superficies de losa que presentaran cambio de pendientes y en la unión de losa con parapetos y sardineles, esto se aplicó de acuerdo como se especificaban en los planos de detalle del proyecto, siguiendo las recomendaciones del fabricante, tal y como se especificaba en la hoja técnica que se presentó en el submittal.

La ejecución de estos trabajos consistió en la preparación de las juntas, las cuales debieron estar totalmente limpias y libres de cualquier elemento que pudiere afectar su perfecta adherencia con el ladrillo pastelero.

Para la aplicación, se tuvo que ejecutar previamente un tratamiento de juntas, el cual consistió en el uso de aire a presión que sirvió para la eliminación de polvo, arena, restos de materiales empleados en la construcción o cualquier elemento que impidiera la colocación del material elastomérico.

Luego de terminada la colocación de las juntas, estas debieron ser aisladas para no permitir la circulación de personas que pudieran dañar las juntas.

Juntas de dilatación

La instalación de juntas de dilatación se ejecutó cada 9 metros cuadrados (a cada 3 m en ambos sentidos) tal y como se especificaba en los planos de detalle del proyecto.

Las juntas tuvieron un espesor de 30 mm y fueron rellenas con mortero de brea y arena. La ejecución de estos trabajos consistió en la preparación de las juntas, las cuales debieron estar totalmente limpias y libres de cualquier elemento que pudiere afectar su perfecta adherencia con el ladrillo pastelero.

Para la aplicación de las juntas se tuvo que ejecutar un tratamiento previo, el cual consistió en el uso de aire a presión que sirvió para la eliminación de polvo, arena, restos de materiales empleados en la construcción o cualquier elemento que impidiera la colocación del mortero de emulsión asfáltica y arena.

Luego de terminada la colocación de las juntas, estas debieron ser aisladas para no permitir la circulación de personas que pudieran dañarlas.

Instalación de guardaguas de metal

La instalación de guardaguas de metal fue ejecutada por sectores una vez que se hubiera instalado el pavimento.

Para la instalación de los guardaguas en los bordes de sardineles y parapetos se instalaron postes sobre la losa de concreto los que fueron anclados con pernos de expansión a fin de permitir que el trabajador encargado de estas labores tuviera un punto de enganche al arnés de seguridad y pudiera acercarse al borde del techo y trabajar con el mínimo riesgo.



Foto N 11 - Instalación de juntas de dilatación.- Se ejecutó cada 3 mts en ambos sentidos, con una mezcla de emulsión-arena.



Foto N 12 - Juntas de dilatación colocadas.- Se puede apreciar el mortero de emulsión-arena colocado sobre el corte realizado sobre el ladrillo pastelero.

3.7 PROBLEMAS PRESENTADOS EN OBRA

Dentro de toda obra en ejecución se suscitan problemas de distinto tipo, algunos de carácter administrativo y otros de índole técnico, es aquí donde la ingeniería entra a tallar presentado soluciones.

En lo referente a los trabajos dentro del Proyecto, se puede mencionar los siguientes problemas presentados:

3.7.1 Filtración en los techos del nivel inferior

Este problema se presentó con frecuencia en la zona del antiguo Terminal, por tratarse de una estructura antigua en la cual el paso del tiempo había mermado su poca resistencia al paso de fluidos.

El problema se hizo notorio cuando se empezaron los trabajos de asentado de ladrillo pastelero, en donde se debía preparar la mezcla con agua. Este elemento comenzó a filtrar por los pequeños orificios, casi imperceptibles, del techo, llegando hasta los ambiente que se encontraban en el nivel inferior, muchos de ellos oficinas y establecimientos comerciales, deteriorando así la estructura del falso techo que estos tenían, en cuyo caso se trataba de baldosas acústicas, teniendo que reponer las mismas y realizar una limpieza de la zona afectada con la celeridad del caso.

Una vez detectado el problema se hizo necesario implementar un sistema que anule la filtración, por lo que se pensó en mantas plásticas para la preparación de la mezcla de mortero. Esta solución sencilla en un principio debió ir de la mano con una buena supervisión hasta crear conciencia en el trabajador de las precauciones a tomarse por el prestigio de la empresa.

3.7.2 Ductos de aire acondicionado

Los ductos de aire acondicionado fueron en un principio un dolor de cabeza para los ingenieros del proyecto, pues, muchos de ellos cruzan el techo del aeropuerto, pero sin embargo otros estaban en proceso de instalación por lo que sus salidas estaban a la espera de que se conecten con un tramo de ductería, pero mientras tanto este ducto saliente era una gran “boca” por donde se filtraba el polvo y cualquier tipo de elemento generado en los trabajos del techo, pudiendo dañar el sistema de aire acondicionado. Ante este problema se creyó conveniente sellar dichas salientes con bolsas plásticas, pero esta solución fue contraproducente pues sucedió que cierto trabajador confiado en que el ducto sellado tenía en su interior además una tapa metálica colocó una bolsa de cemento con desmorte cayendo este al primer nivel. Es por ello que se tuvo que añadir al sellado de ductos un anuncio de prevención indicando que el ducto estaba sólo sellado con plástico, además se le dio una charla de inducción al personal para que tome conciencia del riesgo potencial de su descuido. Con estas medidas se evitó mayores problemas en relación a los ductos.

3.7.3 Acarreo vertical de material

Este problema es más de carácter administrativo y tuvo como principal responsable al mismo personal de LAP (Lima Airport Partners).

En ciertas zonas del Aeropuerto, el acceso a cualquier tipo de vehículos era restringido a menos que sea este escoltado por una “liebre”, un vehículo especial cuya función era escoltar a otros vehículos en su recorrido por zonas restringidas.

Por falta de coordinación entre LAP y OBI (Overseas Bechtel Inc.), estos vehículos tardaban un tiempo extenso, retrasando así las labores en algunos frentes de trabajo debido al desabastecimiento de material generado por la imposibilidad de acarrearlo.



Foto N° 13 - Ductos de aire acondicionado.- *Requirieron de un tratamiento especial con bolsas de plástico selladas herméticamente para evitar cualquier tipo de obstrucción en el interior de los equipos de aire acondicionado.*

3.7.4 Demora en el tiempo de ejecución de trabajos críticos

Esta demora fue debida al bajo rendimiento obtenido en el primer mes de ejecución. La mano de obra calificada fue seleccionada por la empresa contratista FGA Ingenieros S.A., y la mano de obra no calificada fue en dos terceras partes personal de la población, en este caso Callao, la tercera parte restante fue seleccionada por la empresa contratista.

El personal no calificado a través de toda la obra apoyó con los trabajos de acarreo de material: bolsas de cemento, ladrillo pastelero, planchas de poliestireno. Inicialmente el rendimiento de este personal fue muy bajo, por lo que se tuvo que conversar con este grupo humano y sus dirigentes para mejorar el rendimiento de los trabajos, ya que este traía consigo que el primer mes se valorice mucho menos de lo inicialmente programado.

En el mes siguiente se mejoró el rendimiento del personal no calificado en lo que se refería al acarreo de material, pero a la vez se desnudó otra falencia y esta era la poca producción de las cuadrillas de asentado de ladrillo pastelero. Estas cuadrillas estaban conformadas por 03 albañiles y 02 ayudantes e inicialmente rendían 35 m² de asentado de ladrillo pastelero diario. Luego se evaluar esta situación se optó por darle tarea a estas cuadrillas consiguiéndose que estas rindan en promedio 70 m² de asentado de ladrillo incluida la fragua, por día.

3.7.5 Defectuosa supervisión en temas de seguridad en obra

La obra mostró de inicio a fin un elaborado plan de seguridad con ciertas normas y procedimientos a seguir para los diferentes temas de seguridad en obra.

Cada trabajo por mínimo que fuera, requería un AST (Análisis Seguro de Trabajo) que dicho de otra manera era la aprobación por parte de la supervisión del contratista para la ejecución del trabajo detallado en esta. Esta AST carecía de valor sin la firma del encargado, vale decir el Ing. Supervisor en Seguridad, es por ello que la supervisión en temas de seguridad debía ser constante.

Inicialmente la supervisión en este rubro estaba a cargo de ingenieros de campo no muy familiarizados con los estándares mundiales en las normas de seguridad, por lo que la supervisión era defectuosa originando con esto perjuicio a la empresa contratista ya que el Contratista general, OBI, aplicaba sanciones ante faltas graves en temas de seguridad. Es por ello que se decidió contratar a un personal especializado en temas de seguridad para llevar la supervisión del mismo, mejorando así la supervisión y evitando sanciones así como retrasos en los tiempos de ejecución de los procesos.

3.7.6 Pérdida de volumen del concreto ligero

Sucedió que en los vaciados de concreto se detectó pérdida de volumen del mismo, esto a raíz de que el concreto utilizado contenía cierto aditivo que aceleraba la reducción de aire, disminuyendo así el volumen teórico de la mezcla hasta en un 30%.

Como se aprecia en la cuadro N° 04, la diferencia entre el volumen teórico y el real es hasta en algunos casos del 50%. Este detalle fue motivo de presentación de un adicional sustentado con el cuadro presentado a continuación:

3.8 COSTO DE LAS DIFERENTES PARTIDAS

Estos son los diferentes Análisis de Costos Unitarios empleados en el Sistema de Aislamiento Termoacústico e Impermeabilización de techos:

Impermeabilización de superficie de techo **Und:** m²
Metodo en Frio (Ases del Peru) **Rend.** 500.00 m²/dia

			Cant.	Precio(S/.)	Parcial	Total
Materiales						
Emulsion Asf:	gln		1.8000	5.99	10.78	10.78
Mano de Obra						
Maestro de O	hh	0.1	0.0016	121.88	0.20	
Operarios	hh	2.0	0.0320	81.25	2.60	
Peón	hh	6.0	0.0960	66.14	6.35	9.14
Equipo y Herramientas						
Herr.manual	%	4.0	0.0400	9.14	0.37	0.37

Costo Directo (S/.)

20.29

Nota.-

1.80 gln de Emulsion rinde 1.00 m². Esto incluye la imprimación

Aislamiento Termoacústico con planchas **Und:** m²
de poliestireno extruido 2" **Rend.** 50.00 m²/dia

			Cant.	Precio(S/.)	Parcial	Total
Materiales						
Poliestireno extruido Foamular 2", plancha de 1.22 x 2.44 m2	m2		1.0000	26.95	26.95	26.95
Mano de Obra						
Maestro de Obra	hh	0.1	0.0160	15.24	0.24	
Operario	hh	2.0	0.3200	10.16	3.25	
Peón	hh	4.0	0.6400	8.26	5.29	8.78
Equipo y Herramientas						
Herr.manual	%	5.0	0.0500	8.78	0.44	0.44

Costo Directo (S/.)

36.17

**Colocación de concreto ligero f'c 15
kg/cm² en superficie de losa e = 0.10**

Und: m²
Rend. 200.00 m²/día

				Cant.	Preco(S/.)	Parcial	Total
Materiales							
Concreto ligero f'c 15 kg/cm ² y dens. 0.80							
Tn/m ³ e= 10 cm	m ³			0.1000	232.75	23.28	
Suministro de bomba	m ²			1.0000	2.80	2.80	
Prueba de laboratorio	m ²			1.0000	1.40	1.40	27.48
Mano de Obra							
Maestro de Obra	hh	0.5		0.0200	15.24	0.30	
Operario	hh	6.0		0.2400	10.16	2.45	
Peón	hh	8.0		0.3200	8.26	2.65	5.40
Equipo y Herramientas							
Herr.manual	%	3.0		0.0300	5.40	0.16	0.16

Costo Directo (S/.) 33.04

Cobertura de Ladrillo Pastelero

Und: m²
Rend. 45.00 m²/día

				Cant.	Preco(S/.)	Parcial	Total
Materiales							
Ladrillo Pastelero	und			14.4400	0.35	5.05	
Cemento	bls			0.7500	13.00	9.75	
Arena	m ³			0.1000	18.00	1.80	16.60
Mano de Obra							
Maestro de Obra	hh	0.1		0.0178	15.24	0.27	
Operario	hh	2.0		0.3556	10.16	3.61	
Peón	hh	1.0		0.1778	8.26	1.47	5.35
Equipo y Herramientas							
Herr.manual	%	5.0		0.0500	5.35	0.27	0.27

Costo Directo (S/.) 22.22

Colocación de juntas de expansión emulsión-aí **Und:** ml
Rend. 40.00 ml/día

			Cant.	Precio(S/.)	Parcial	Total
Materiales						
Emulsión 2P	gln		0.1500	5.15	0.77	
Arena fina	m3		0.0015	18.00	0.03	0.80
Mano de Obra						
Maestro de Obra	hh	0.1	0.0200	15.24	0.30	
Operario	hh	2.0	0.4000	10.16	4.06	
Peón	hh	2.0	0.4000	8.26	3.30	7.67
Equipo y Herramientas						
Herr.manual	%	5.0	0.0500	7.67	0.38	0.38

Costo Directo (S/.) **8.86**

COSTO TOTAL DEL SISTEMA “ROOFING SYSTEM”

Sistema de aislamiento termoacústico e impermeabilizante

Und: m2
Rend. 500.00 m2/día

DESCRIPCION	UND	Cantidad	P. Unitario	Parcial	
Insumos Partidas					
Impermeabilización	m2	1.0000	20.29	20.29	
Aislamiento con poliestireno	m2	1.0000	36.17	36.17	
Concreto ligero (celular)	m2	1.0000	33.04	33.04	
Ladrillo Pastelero	m2	1.0000	22.22	22.22	
Juntas de expansión (prom.)	ml	0.8000	8.86	7.09	
TOTAL COSTO DIRECTO				S/.	118.81

OTROS TRATAMIENTOS**Colocación de Manta Asfáltica sobre superficie**

Und: m2
Rend. 150.00 m2/día

DESCRIPCION	UND	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	Parcial
MANO DE OBRA					1.06
Operario	HH	1	0.0533	10.85	0.58
Peon	HH	1	0.0533	8.96	0.48
MATERIALES					16.51
Manta Asfáltica	m2		1.0000	15.51	15.51
Emulsion Bituminosa 1H	gal		0.1950	5.15	1.00
EQUIPO Y HERRAMIENTAS					0.05
Herramientas Complementarias (5%)			5%	1.06	0.05
TOTAL COSTO DIRECTO				SI.	17.62

**COMPARATIVO DE PRECIOS ENTRE CONCRETO F'C = 140 KG/CM2 Y
CONCRETO LIGERO (FIRTH)**

Description	Unidad	COSTO DIRECTO (S/.)
1.4 Colocación de concreto f'c=140 Kg/cm2 (e=prom 10 cm)	m2	27.55
1 Suministro de Concreto Premezclado (S/. 190.75 / m3)	m2	19.08
2 Bomba (S/. 28.00 / m3)	m2	2.80
3 Mano de Obra para el Vaciado de concreto con Bomba (S/. 22.75 / m3)	m2	2.28
4 Mano de Obra para el acabado del concreto	m2	1.23
5 Alquiler de Vibrador (5% de M.Obra del vaceado)	m2	0.11
6 Encofrado y desencofrado de Bordes de Losa sup.	m2	0.95
7 Curado de Losa de Concreto	m2	0.77
8 Imprevistos en Vaceado (10% del Total de Mano de Obra)	m2	0.35
1.5 Colocación de concreto Ligero de f'c=15 Kg/ cm2 y Dens=0.80 Ton /m3 (e=prom 10 cm)	m2	33.04
1 Suministro de Concreto Ligero (S/. 232.75 / m3 colocado)	m2	23.28
2 Bomba (S/. 28.00 / m3)	m2	2.80
3 Pruebas de Laboratorio para Concreto Celular	m2	1.40
4 Mano de Obra para el Vaciado de concreto con Bomba (S/. 22.75 / m3)	m2	2.28
5 Mano de Obra para el acabado del concreto	m2	1.23
6 Encofrado y desencofrado de Bordes de Losa sup.	m2	0.95
7 Curado de Losa de Concreto	m2	0.77
8 Imprevistos en Vaceado (10% del Total de Mano de Obra)	m2	0.35
Diferencia de Precio (S/.)		5.49

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El sistema integral *“Roofing System”* se viene empleando con éxito hace dos décadas en EE.UU. y países europeos como una solución a problemas de impermeabilización, y transferencia de calor y ruidos externos. El costo de los componentes del sistema lo hace poco viable en proyectos pequeños en los que el beneficio a corto plazo es el motivo fundamental de los mismos.
- Es posible añadir o suprimir componentes del sistema, adecuándose a los requerimientos del proyecto. Es así que no se tiene un diseño único sino que cada proyecto genera una solución diferente pero siempre basada en el concepto básico de impermeabilizar y ofrecer propiedades termoacústicas a la superficie del techo.
- El sistema cumple una función impermeabilizante ya que cuenta con una doble capa de una emulsión asfáltica de rotura rápida (CRS-2P). La prueba de detección de discontinuidad eléctrica (Prueba de Hollyday) es la que brinda la certeza de que la superficie del techo haya sido impermeabilizada íntegramente.
- El aislamiento termoacústico es proporcionado por las planchas de poliestireno extruido que absorben los ruidos externos, en este caso el provocado por la turbina de los aviones, y que a la vez tienen un factor de resistencia al flujo de calor del exterior al interior del ambiente.
- El sistema requiere de algún elemento que realice la labor nivelante, y que permita darle pendiente mínima a la superficie del techo para que el agua pluvial pueda drenar. En este caso se ha optado por un concreto ligero, carente de resistencia, y cuya función es netamente nivelante mas no estructural. El costo del concreto ligero celular actualmente es elevado por no ser comercial, pero cabe recalcar que este mismo proporciona ciertas propiedades

termoacústicas que inicialmente no estaban contempladas como propiedades de este material y que lo convierte en un componente adicional de aislamiento térmico y acústico.

- Sobre la superficie de concreto ligero se ha optado por colocar una cobertura de ladrillo pastelero, no siendo esta la única opción dependiendo del diseño arquitectónico que requiera el proyecto. A su vez se ha pensado en un sistema de drenaje con pendientes y cumbres adecuadas para que el agua pluvial sea evacuada.
- Se puede mejorar el rendimiento en los procesos con un plan de “tareas” en los trabajos críticos, un ejemplo es el caso anteriormente señalado de el asentado de ladrillo pastelero en el que cada cuadrilla conformada por 03 albañiles y 02 ayudantes llegaban a rendir 70 m² por día de asentado y fraguado de ladrillo pastelero. Estos rendimientos pueden servir de base en posteriores trabajos o similares. De la misma forma la colocación de planchas de poliestireno puede ser ejecutada por sólo un operario y su ayudante, rindiendo ambos un promedio de 150 m² diarios.
- De los análisis de costos es posible determinar un costo real por m² del sistema en conjunto, obviando soluciones de drenaje e impermeabilización de juntas de construcción con guardaguas (flashings). En lo referente a la impermeabilización se puede apreciar que un tratamiento con manta asfáltica resultaría más económico en un 12% aproximadamente.
- Con respecto al aislamiento termoacústico, es factible trabajar con planchas de poliestireno de menor costo, pero que no llegan a valores de R (factor de resistencia térmica) deseables en proyectos de gran magnitud. Actualmente en el mercado nacional se encuentran planchas de poliestireno con similares características a las utilizadas en el proyecto de remodelación del Aeropuerto hasta 25% por debajo del costo de las planchas Foamular, pero que no cumplen

con los factores anteriormente señalados. La lana de fibra de vidrio no sería aplicable en este sistema, ya que su instalación incluiría un sistema de fijación y perfiles metálicos que aumentarían el costo de la misma. Este sistema es más recomendable en falso cielos donde trabaja muy bien con las planchas de drywall.

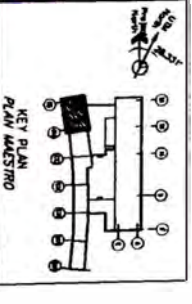
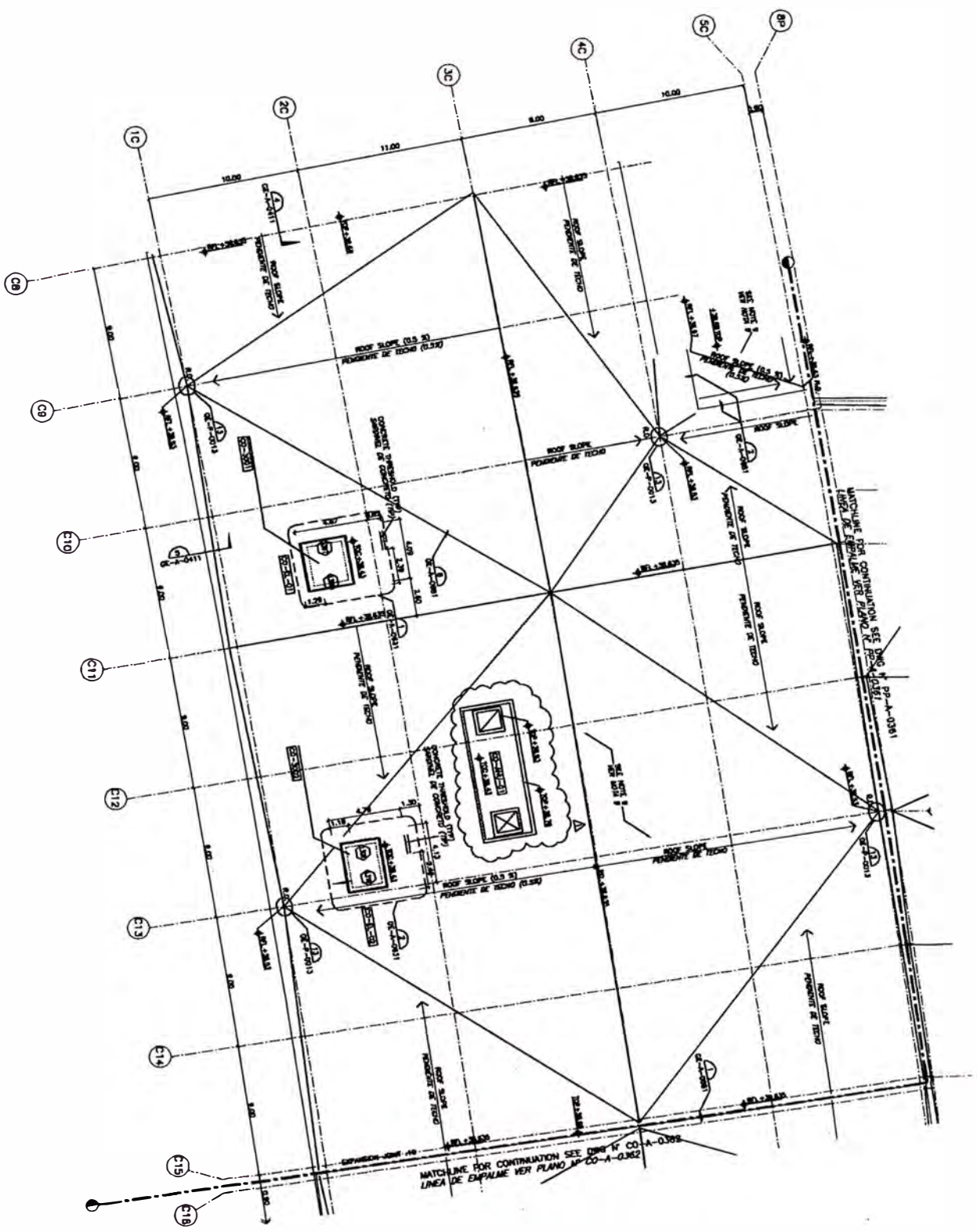
- Es posible emplear dependiendo de los requerimientos del diseño concreto f_c 140kg/cm^2 , como inicialmente estaba planteado en el proyecto inicial, esto haría que la superficie del techo se cargue con una capa más gruesa de concreto de aproximadamente 5cm, la cual debería estar considerada como carga en el diseño de la estructuras.
- El estudio del concreto ligero celular es muy basto y debería ser materia de estudio en posteriores informes. Sin embargo, es posible afirmar que a medida que la densidad del concreto celular aumenta, disminuyen sus propiedades de aislamiento térmico, es así como un concreto celular de 320 kg/m^3 tiene una resistencia de 13.86, y uno de 960 kg/m^3 reduce su resistencia a 4.55.
- Sobre la superficie de ladrillo pastelero es recomendable aplicarle algún tipo de pintura impermeabilizante que ofrezca estabilidad de color a la acción de los rayos solares. Uno de estos aditivos puede ser Igol ladrillo de Sika, que ofrece un rendimiento de 10m^2 en dos manos, por tarro de 3 kg.

BIBLIOGRAFÍA

- LITGHTWEIGHT CONCRETE. 1963
Editorial Limusa – Wiley S.A. 1967
- KINNIBURGH, W. 1948: A Work study in block laying, National Building study technical paper N°1 Londres. Her Majesty 's stationery office.
- CONCRETE – STEEL BARGES. 1943
- CENTRAL STATISCAL OFFICE. 1961
- Concretos Celulares Ltda. Derechos Reservados 2002, registro 6113.
- FOAMULAR – UC Industries Inc.

ANEXOS





NOTES AFINES

1. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0361.
2. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0362.
3. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0363.
4. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0364.
5. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0365.
6. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0366.
7. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0367.
8. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0368.
9. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0369.
10. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0370.
11. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0371.
12. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0372.
13. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0373.
14. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0374.
15. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0375.
16. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0376.
17. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0377.
18. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0378.
19. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0379.
20. Les notes relatives aux fondations, voir le plan n° CO-A-0380.

LEGENDE

AERODROME

ROOF SLOPE

FUNDAMENT DE TERREAU

EXPANSION DE LA ZONE DE TERREAU

LIGNER DE EXPALME VER PLANO N° CO-A-0362

EXPANSION DE LA ZONE DE TERREAU

LIGNER DE EXPALME VER PLANO N° CO-A-0362

NO.	DESCRIPTION	REVISIONS
1	PROJET	
2	ETUDE	
3	PROJET	
4	ETUDE	
5	PROJET	
6	ETUDE	
7	PROJET	
8	ETUDE	
9	PROJET	
10	ETUDE	
11	PROJET	
12	ETUDE	
13	PROJET	
14	ETUDE	
15	PROJET	
16	ETUDE	
17	PROJET	
18	ETUDE	
19	PROJET	
20	ETUDE	

STATION

ROOF PLAN

BETWEEN CA-C15 / 1C-5C

PLANS FOR

EXPANSION OF THE

JORGE CHAVEZ INTERNATIONAL AIRPORT

INTERNATIONAL JORGE CHAVEZ

AIRPORT

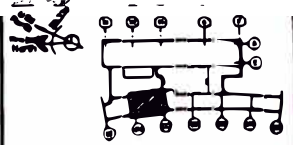
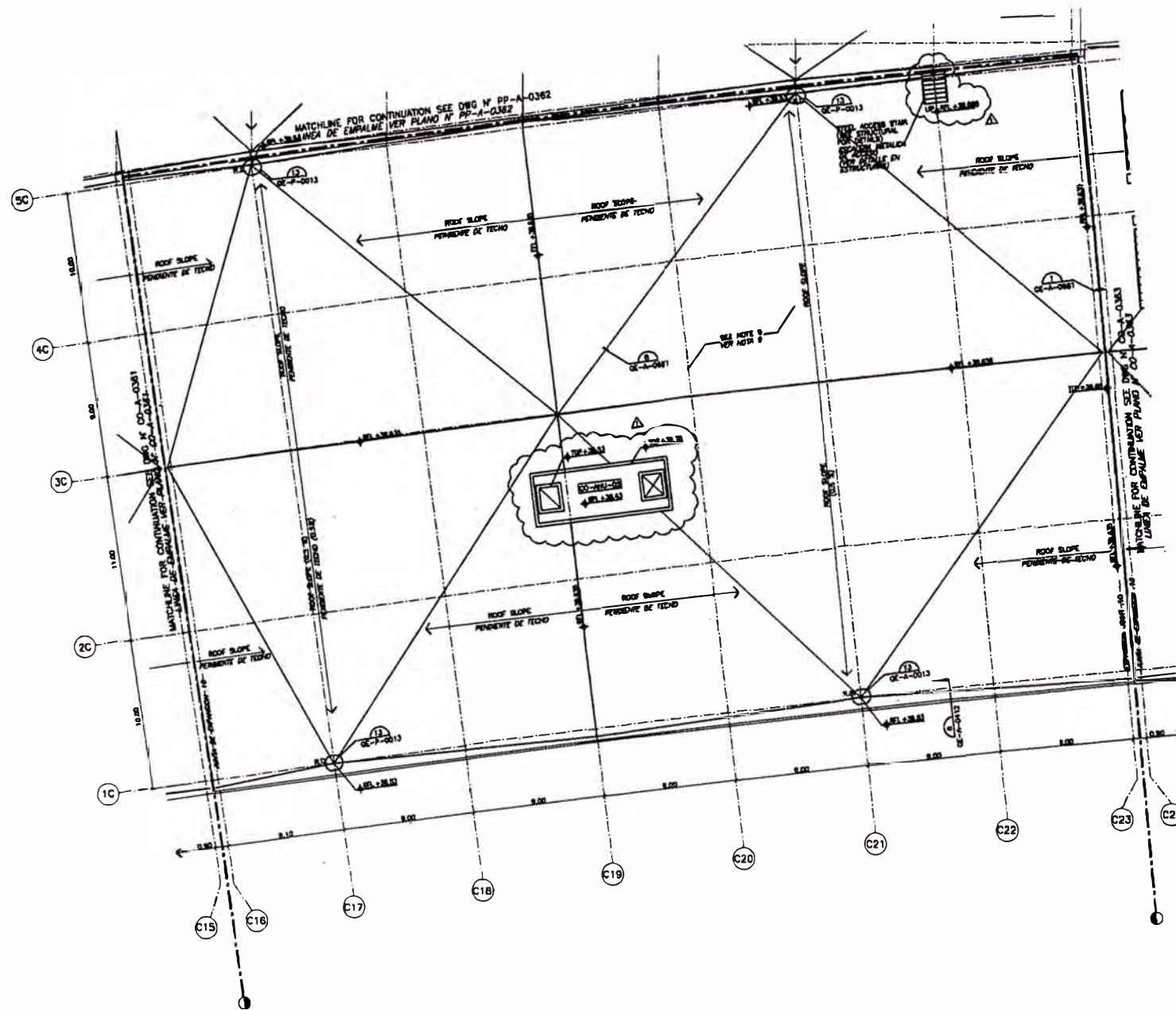
CONCOURSE

ESPACIO

OVERSEAS

BECHTEL

INC.

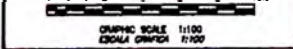


NOTES NOTAS

1. FOR DOOR SCHEDULE REFER TO SPEC. N° 02-1-0723
2. FOR ROOF SLOPE SCHEDULE REFER TO SPEC. N° 02-1-0723
3. FOR ROOF SLOPE SCHEDULE REFER TO SPEC. N° 02-1-0723
4. FOR DOOR SCHEDULE REFER TO SPEC. N° 02-1-0723
5. FOR DOOR SCHEDULE REFER TO SPEC. N° 02-1-0723
6. FOR WINDOW SCHEDULE REFER TO SPEC. N° 02-1-0723
7. FOR WINDOW SCHEDULE REFER TO SPEC. N° 02-1-0723
8. FOR WINDOW SCHEDULE REFER TO SPEC. N° 02-1-0723
9. FOR WINDOW SCHEDULE REFER TO SPEC. N° 02-1-0723
10. FOR WINDOW SCHEDULE REFER TO SPEC. N° 02-1-0723
11. FOR WINDOW SCHEDULE REFER TO SPEC. N° 02-1-0723
12. NOT APPLICABLE
13. NOT APPLICABLE
14. FOR COLUMN LOCATION REFER TO SPEC. N° 02-1-1002
15. FOR COLUMN LOCATION REFER TO SPEC. N° 02-1-1002
16. FOR COLUMN LOCATION REFER TO SPEC. N° 02-1-1002
17. FOR COLUMN LOCATION REFER TO SPEC. N° 02-1-1002
18. FOR COLUMN LOCATION REFER TO SPEC. N° 02-1-1002
19. FOR COLUMN LOCATION REFER TO SPEC. N° 02-1-1002
20. FOR COLUMN LOCATION REFER TO SPEC. N° 02-1-1002
21. FOR COLUMN LOCATION REFER TO SPEC. N° 02-1-1002
22. FOR COLUMN LOCATION REFER TO SPEC. N° 02-1-1002
23. FOR COLUMN LOCATION REFER TO SPEC. N° 02-1-1002
24. FOR COLUMN LOCATION REFER TO SPEC. N° 02-1-1002

LEGENDA AETENDAS:

[Symbol]	NOT IN CONTRACT
[Symbol]	EXISTING COLUMN
[Symbol]	EXISTING COLUMN SHEATH
[Symbol]	NEW COLUMN
[Symbol]	EXISTING COLUMN SHEATH
[Symbol]	NEW COLUMN SHEATH
[Symbol]	EXISTING COLUMN SHEATH
[Symbol]	NEW COLUMN SHEATH
[Symbol]	EXISTING COLUMN SHEATH
[Symbol]	NEW COLUMN SHEATH
[Symbol]	EXISTING COLUMN SHEATH
[Symbol]	NEW COLUMN SHEATH
[Symbol]	EXISTING COLUMN SHEATH
[Symbol]	NEW COLUMN SHEATH



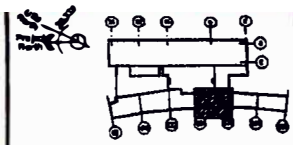
1	PRELIMINARY	FOR REVIEW AND APPROVAL	DATE: 10/10/2011
2	FOR CONSTRUCTION	DATE: 10/10/2011	
3	FOR CONSTRUCTION	DATE: 10/10/2011	
4	FOR CONSTRUCTION	DATE: 10/10/2011	
5	FOR CONSTRUCTION	DATE: 10/10/2011	
6	FOR CONSTRUCTION	DATE: 10/10/2011	
7	FOR CONSTRUCTION	DATE: 10/10/2011	
8	FOR CONSTRUCTION	DATE: 10/10/2011	
9	FOR CONSTRUCTION	DATE: 10/10/2011	
10	FOR CONSTRUCTION	DATE: 10/10/2011	

COMPANY: **OVERSEAS BECHTEL INC.**

PROJECT: **EXPANSION OF THE JORGE CHAVEZ INTERNATIONAL AIRPORT**
EXPANSION DEL TERMINAL INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ

CONCOURSE **ESPIGON**

PARTIAL ROOF PLAN BETWEEN C16-C23 / 1C-5C
PLANO DE TECTOS PLAN DE PARCIAL ENTRE C16-C23 / 1C-5C
2 DE 7



KEY PLAN
PLAN MAESTRO

NOTES / NOTAS

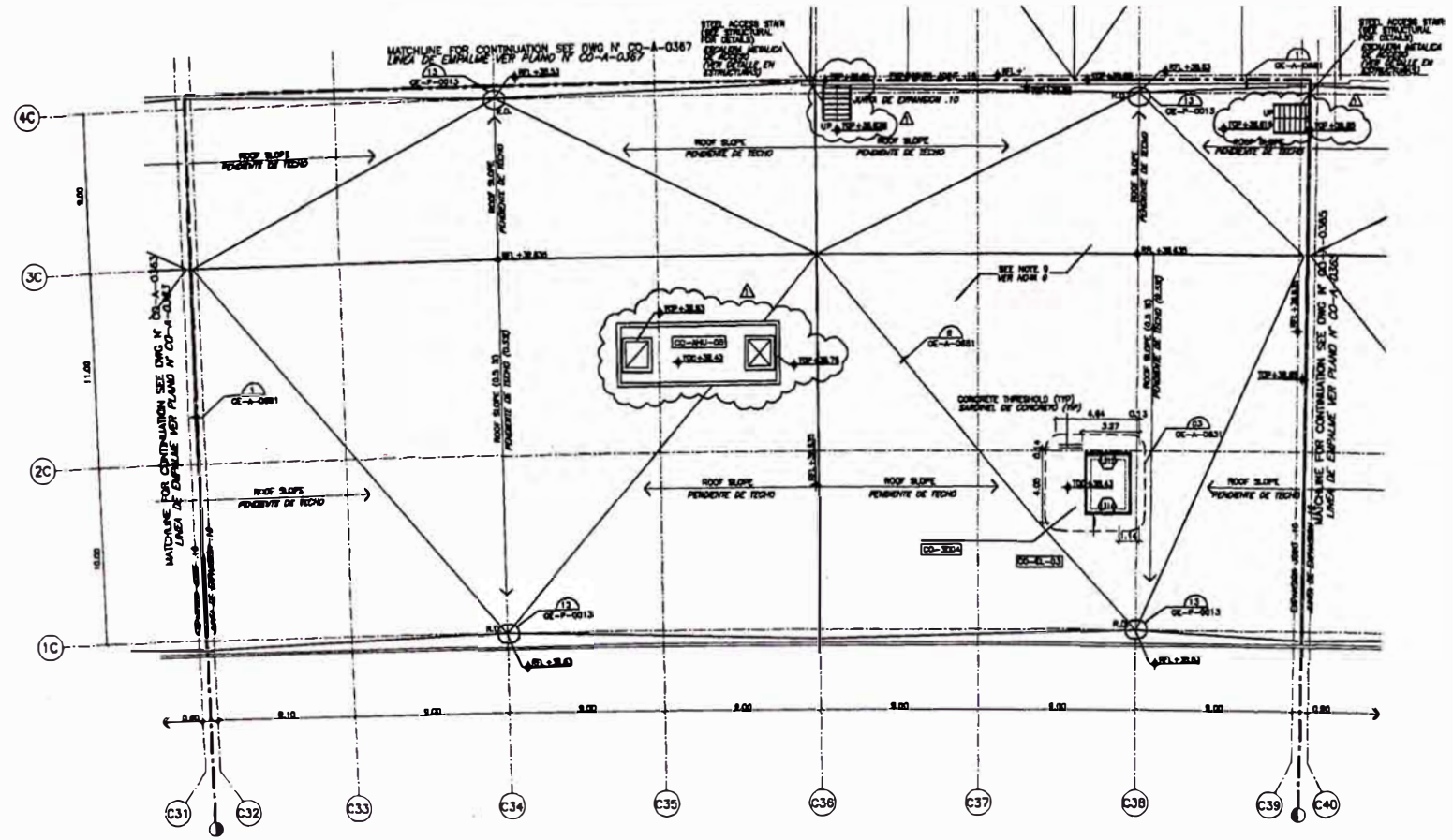
1. FOR WINDOW SIZES AND LOCATIONS REFER TO DWG N° CE-4-0201
PAR TAMAÑOS Y UBICACIONES DE VENTANAS REFERIRSE A DISEÑO N° CE-4-0201
2. FOR ROOF SLOPE REFER TO DWG N° CE-4-0203
PAR PENDIENTE DE TECHO REFERIRSE A DISEÑO N° CE-4-0203
3. FOR WALL TYPES REFER TO DWG N° CE-4-0202
PAR TIPO DE PARED REFERIRSE A DISEÑO N° CE-4-0202
4. FOR ROOF TO BE CONCRETE REFER TO DWG N° CE-4-0202
PAR QUE EL TECHO SEA DE CONCRETO REFERIRSE A DISEÑO N° CE-4-0202
5. FOR ROOF TO BE METAL REFER TO DWG N° CE-4-0201
PAR QUE EL TECHO SEA DE METAL REFERIRSE A DISEÑO N° CE-4-0201
6. FOR ROOF TO BE TYPED REFER TO DWG N° CE-4-0203
PAR QUE EL TECHO SEA DE TIPO REFERIRSE A DISEÑO N° CE-4-0203
7. FOR ROOF TO BE INSULATED REFER TO DWG N° CE-4-0202
PAR QUE EL TECHO SEA AISLADO REFERIRSE A DISEÑO N° CE-4-0202
8. FOR FLOOR FINISHES REFER TO DWG N° CE-4-0201
PAR ACABADOS DE PISO REFERIRSE A DISEÑO N° CE-4-0201
9. FOR FLOOR FINISHES REFER TO DWG N° CE-4-0201
PAR ACABADOS DE PISO REFERIRSE A DISEÑO N° CE-4-0201
10. FOR PROTECTION BARRIERS REFER TO DWG N° CE-4-0204
PAR BARRERAS DE PROTECCION REFERIRSE A DISEÑO N° CE-4-0204
11. FOR FIRE ALARMS REFER TO DWG N° CE-4-0201
PAR ALARMAS DE INCENDIO REFERIRSE A DISEÑO N° CE-4-0201
12. NOT SPECIFIED
NO ESPECIFICADO
13. NOT SPECIFIED
NO ESPECIFICADO
14. FOR COLUMN LOCATIONS REFER TO DWG N° CE-4-1002
PAR UBICACIONES DE COLUMNAS REFERIRSE A DISEÑO N° CE-4-1002
15. FOR BEAM SPACING REFER TO DWG N° CE-4-1002
PAR ESPACIAMIENTO DE VIGAS REFERIRSE A DISEÑO N° CE-4-1002
16. FOR BEAM SPACING REFER TO DWG N° CE-4-1001
PAR ESPACIAMIENTO DE VIGAS REFERIRSE A DISEÑO N° CE-4-1001
17. FOR CONTROL JOINT DETAIL REFER TO DET-13-14
PAR DETALLE DE JUNTAS DE CONTROL REFERIRSE A DET-13-14

LEGENDA / ALEYENDA:

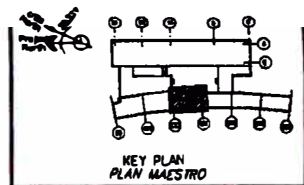
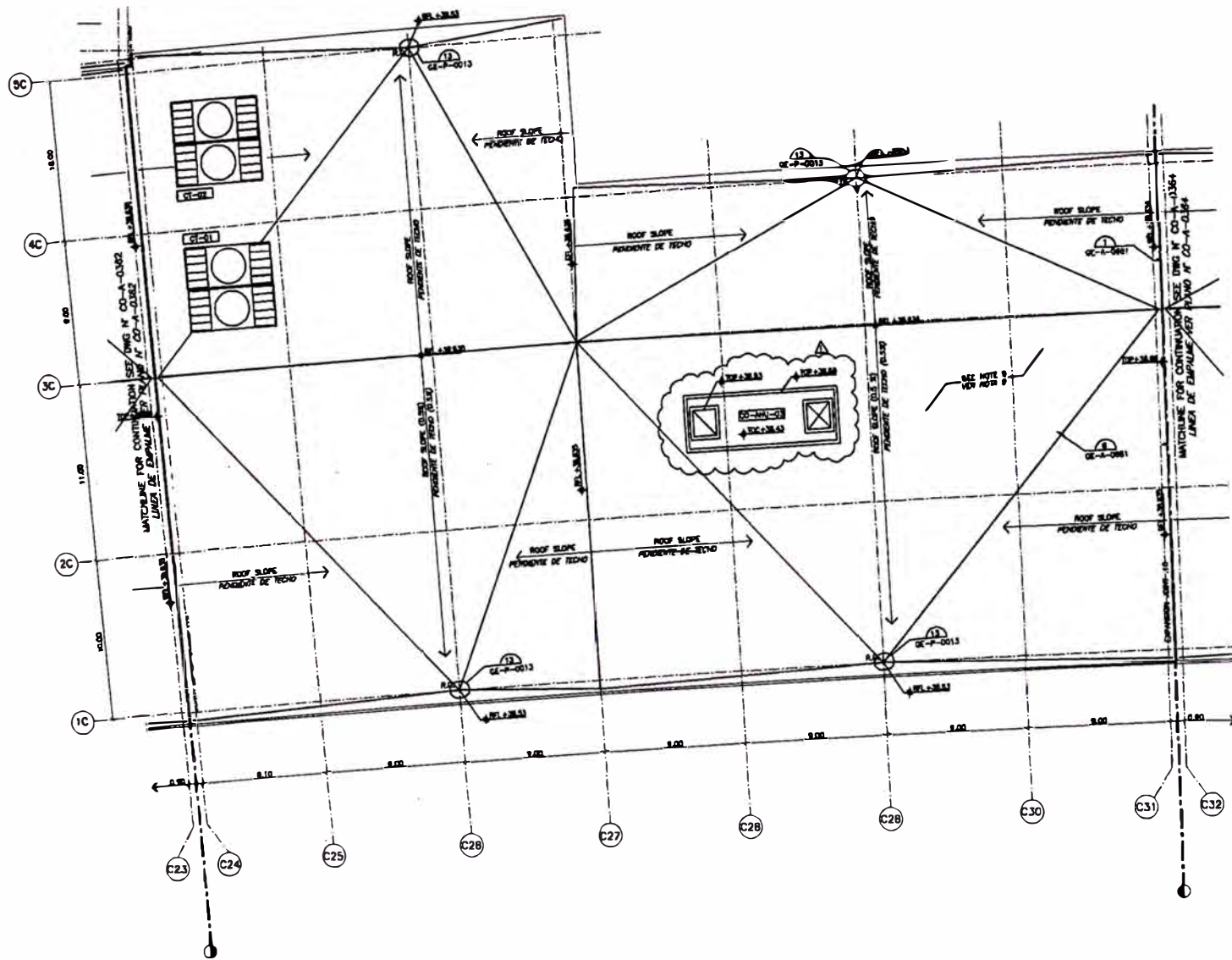
- NOT IN CONTACT
NO EN CONTACTO
- EXISTING COLUMN
COLUMNA EXISTENTE
- NEW COLUMN
COLUMNA NUEVA
- EXISTING WALL
PARED EXISTENTE
- NEW WALL
PARED NUEVA
- CONCRETE ANCHORAGE UNIT
UNIDAD DE ANCHORAMIENTO DE CONCRETO
- STEEL ANCHORAGE UNIT
UNIDAD DE ANCHORAMIENTO DE ACERO
- CONCRETE BOARD
TABLA DE CONCRETO
- PAVEL DE PISO

1 0 1 2 4 8 16 32 64

GRAPHIC SCALE 1:100
ESCALA GRAFICA 1:100



NO. REV.	DESCRIPTION	DATE
1	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
2	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
3	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
4	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
5	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
6	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
7	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
8	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
9	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
10	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
11	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
12	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
13	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
14	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
15	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
16	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
17	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
18	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
19	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
20	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
21	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
22	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
23	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
24	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
25	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
26	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
27	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
28	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
29	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
30	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
31	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
32	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
33	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
34	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
35	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
36	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
37	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
38	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
39	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
40	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
41	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
42	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
43	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
44	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
45	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
46	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
47	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
48	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
49	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010
50	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/2010



- NOTES NOTAS**
1. FOR WINDOW SIZES AND LOCATIONS REFER TO DWG N° CE-4-0201
 2. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 3. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 4. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 5. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 6. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 7. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 8. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 9. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 10. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 11. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 12. NOT APPLICABLE
 13. NOT APPLICABLE
 14. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 15. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 16. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 17. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 18. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 19. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201
 20. FOR WINDOW SCHEDULES REFER TO DWG N° CE-4-0201

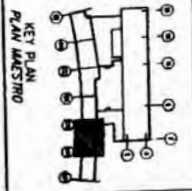
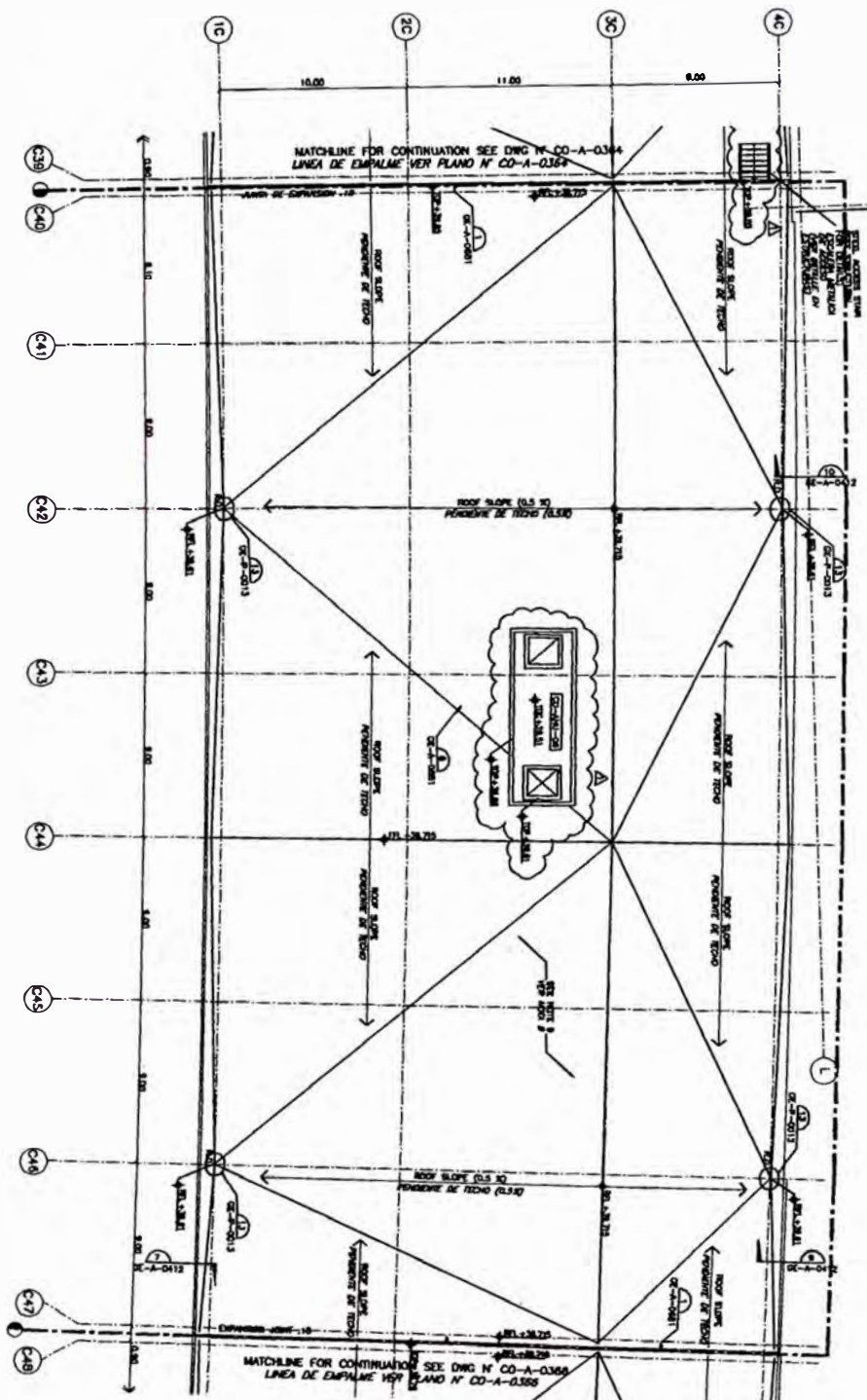
LEGEND ALEGHA:

- NOT IN CONTRACT
- EXISTING COLUMN
- EXISTING COLUMN EXTENDED
- NEW COLUMN
- EXISTING WALL
- NEW WALL
- CONCRETE MASONRY UNIT
- BLOCKS OF CONCRETE
- CYPICAL BOARD
- PLATE OF ROOF

1 0 1 2 4 8 0 10M

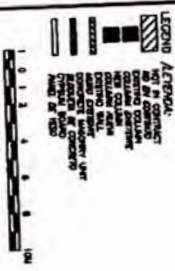
GRAPHIC SCALE 1/100
GRAPHIC SCALE 1/100

NO.	DESCRIPTION	DATE
1	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
2	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
3	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
4	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
5	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
6	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
7	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
8	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
9	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
10	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
11	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
12	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
13	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
14	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
15	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
16	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
17	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
18	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
19	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
20	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
21	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
22	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
23	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
24	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
25	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
26	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
27	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
28	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
29	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
30	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
31	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
32	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
33	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
34	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
35	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
36	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
37	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
38	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
39	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
40	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
41	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
42	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
43	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
44	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
45	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
46	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
47	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
48	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
49	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
50	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
51	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
52	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
53	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
54	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
55	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
56	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
57	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
58	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
59	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
60	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
61	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
62	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
63	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
64	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
65	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
66	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
67	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
68	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
69	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
70	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
71	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
72	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
73	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
74	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
75	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
76	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
77	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
78	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
79	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
80	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
81	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
82	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
83	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
84	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
85	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
86	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
87	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
88	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
89	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
90	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
91	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
92	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
93	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
94	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
95	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
96	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
97	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
98	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
99	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00
100	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11/10/00



KEY PLAN
PLAN MAESTRO

- NOTES:**
1. FOR STRUCTURE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 2. FOR ROOF STRUCTURE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 3. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 4. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 5. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 6. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 7. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 8. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 9. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 10. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 11. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 12. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 13. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 14. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 15. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 16. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 17. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 18. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 19. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.
 20. FOR ROOF SLOPE, SEE DRAWING NO. CO-A-034.

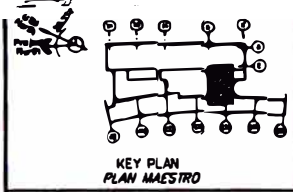
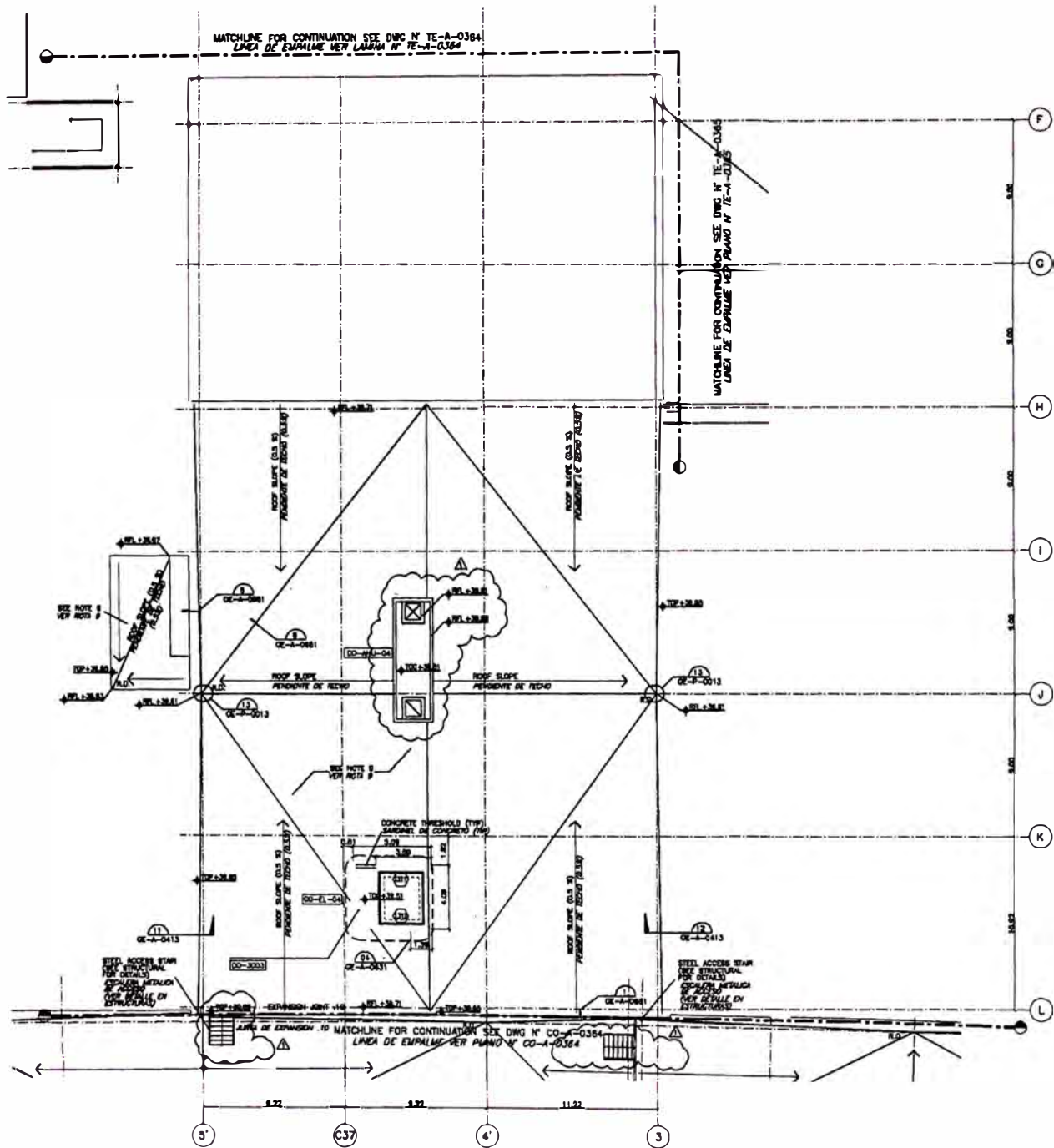


NO.	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	REMARKS
1	ROOF SLOPE			
2	ROOF SLOPE			
3	ROOF SLOPE			
4	ROOF SLOPE			
5	ROOF SLOPE			
6	ROOF SLOPE			
7	ROOF SLOPE			
8	ROOF SLOPE			
9	ROOF SLOPE			
10	ROOF SLOPE			
11	ROOF SLOPE			
12	ROOF SLOPE			
13	ROOF SLOPE			
14	ROOF SLOPE			
15	ROOF SLOPE			
16	ROOF SLOPE			
17	ROOF SLOPE			
18	ROOF SLOPE			
19	ROOF SLOPE			
20	ROOF SLOPE			

**EXPANSION OF THE
JORGE CHAVEZ INTERNATIONAL AIRPORT
CONCOURSE**

OVERSEAS
BECHTEL
M.C.

PARTIAL
ROOF PLAN
BETWEEN C40-C47 / 1C-4C
PLANO DE TEJADO
ENTRE C40-C47 / 1C-4C



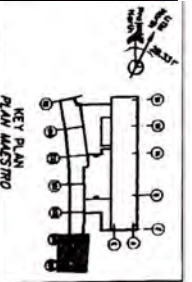
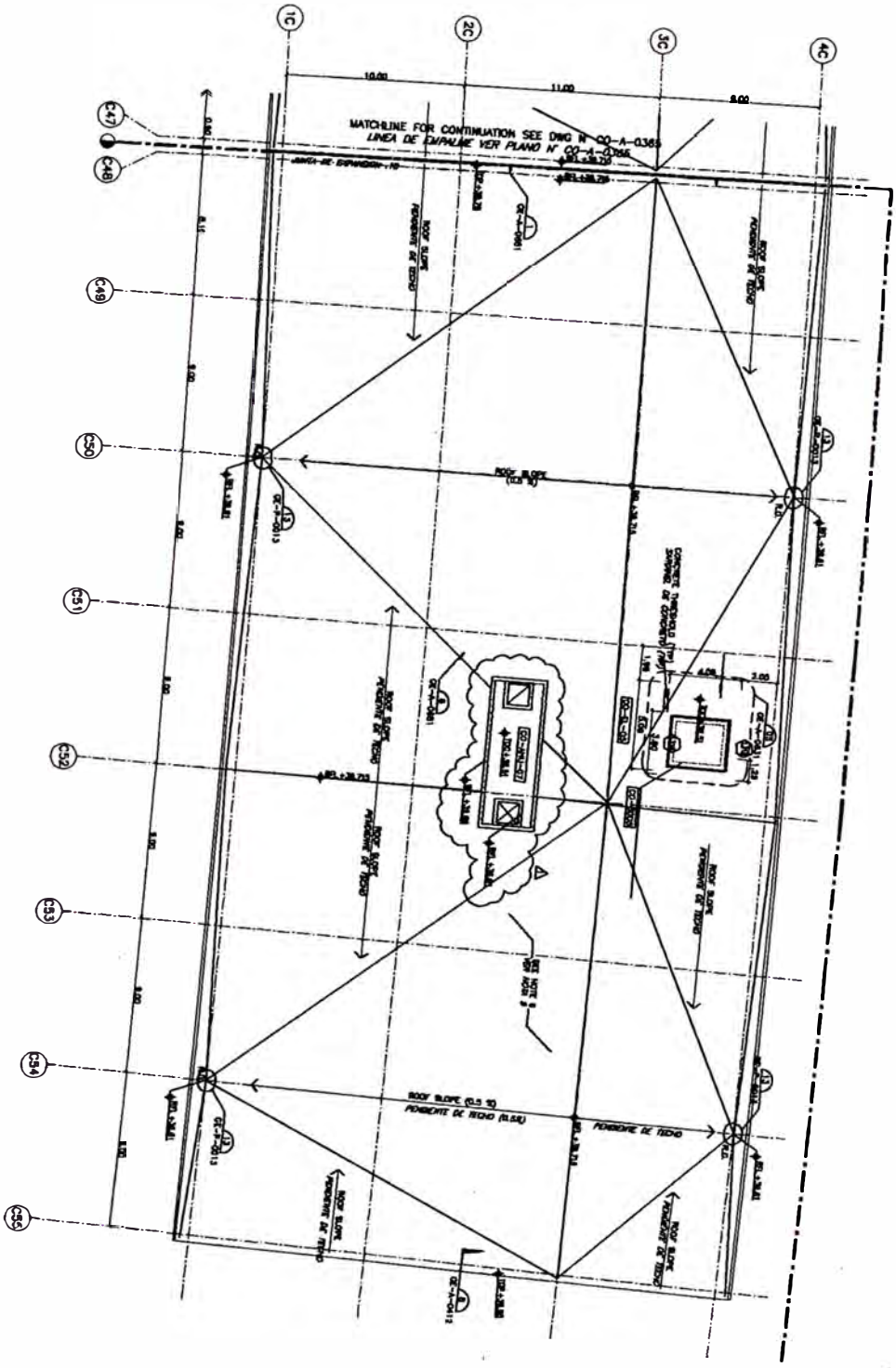
- NOTES NOTAS:**
- FOR GENERAL NOTES AND LEGENDS REFER TO DWG N° CO-A-0364
 - FOR ROOF FINISH SPECIFICATIONS REFER TO DWG N° CE-A-0364
 - FOR WALL TYPES DETAILS REFER TO DWG N° CE-A-0364
 - FOR FLOOR FINISH LAYOUT AND FINISH REFER TO DWG N° CO-A-0364
 - FOR ROOF SYSTEMS REFER TO DWG N° CE-A-0364
 - FOR PROTECTION WALLING REFER TO DWG N° CE-A-0364
 - FOR FIVE FOOT WALL CHIMNEY REFER TO DWG N° CE-A-0364
 - FOR CONCRETE THRESHOLD REFER TO DWG N° CE-A-0364
 - FOR BEAM SEATS LOCATION REFER TO DWG N° CE-A-0364
 - FOR COILING LIGHT DETAIL REFER TO DWG N° CE-A-0364
 - FOR FIVE FOOT WALL CHIMNEY REFER TO DWG N° CE-A-0364
 - FOR CONCRETE THRESHOLD REFER TO DWG N° CE-A-0364
 - FOR BEAM SEATS LOCATION REFER TO DWG N° CE-A-0364
 - FOR COILING LIGHT DETAIL REFER TO DWG N° CE-A-0364
 - FOR FIVE FOOT WALL CHIMNEY REFER TO DWG N° CE-A-0364

LEGENDA AETENDIA:

- NOT IN CONTRACT
- EXISTING COLUMN
- EXISTING CONCRETE
- EXISTING WALL
- EXISTING BEAM
- EXISTING ROOF
- CONCRETE THRESHOLD
- STEEL ACCESS STAIR
- EXPANSION JOINT
- EXPANSION BOARD
- RAILS

GRAPHIC SCALE 1:100
 CODATA GRAPHIC 1:100

1	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
2	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
3	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
4	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
5	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
6	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
7	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
8	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
9	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
10	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
11	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
12	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
13	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
14	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
15	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
16	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
17	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
18	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
19	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
20	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
21	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
22	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
23	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
24	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
25	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
26	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
27	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
28	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
29	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
30	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
31	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
32	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
33	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
34	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
35	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
36	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
37	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
38	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
39	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
40	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
41	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
42	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
43	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
44	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
45	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
46	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
47	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
48	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
49	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
50	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
51	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
52	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
53	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
54	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
55	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
56	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
57	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
58	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
59	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
60	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
61	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
62	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
63	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
64	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
65	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
66	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
67	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
68	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
69	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
70	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
71	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
72	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
73	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
74	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
75	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
76	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
77	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
78	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
79	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
80	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
81	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
82	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
83	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
84	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
85	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
86	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
87	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
88	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
89	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
90	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
91	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
92	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
93	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
94	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
95	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
96	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
97	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
98	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
99	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
100	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED



NOTES:

1. FOR EXPANSION OF AIRPORT, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0368.
2. FOR CONCRETE PAVEMENT, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0369.
3. FOR ROOF SLOPE, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0370.
4. FOR SCREENED AND UNSCREENED AREAS, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0371.
5. FOR CONCRETE PAVEMENT, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0372.
6. FOR ROOF SLOPE, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0373.
7. FOR SCREENED AND UNSCREENED AREAS, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0374.
8. FOR CONCRETE PAVEMENT, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0375.
9. FOR ROOF SLOPE, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0376.
10. FOR SCREENED AND UNSCREENED AREAS, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0377.
11. FOR CONCRETE PAVEMENT, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0378.
12. FOR ROOF SLOPE, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0379.
13. FOR SCREENED AND UNSCREENED AREAS, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0380.
14. FOR CONCRETE PAVEMENT, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0381.
15. FOR ROOF SLOPE, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0382.
16. FOR SCREENED AND UNSCREENED AREAS, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0383.
17. FOR CONCRETE PAVEMENT, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0384.
18. FOR ROOF SLOPE, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0385.
19. FOR SCREENED AND UNSCREENED AREAS, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0386.
20. FOR CONCRETE PAVEMENT, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0387.
21. FOR ROOF SLOPE, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0388.
22. FOR SCREENED AND UNSCREENED AREAS, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0389.
23. FOR CONCRETE PAVEMENT, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0390.
24. FOR ROOF SLOPE, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0391.
25. FOR SCREENED AND UNSCREENED AREAS, REFER TO DRAWING NO. 200-A-0392.

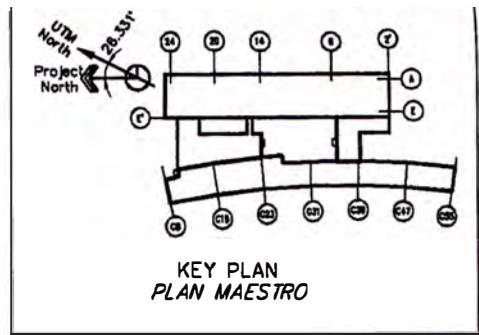
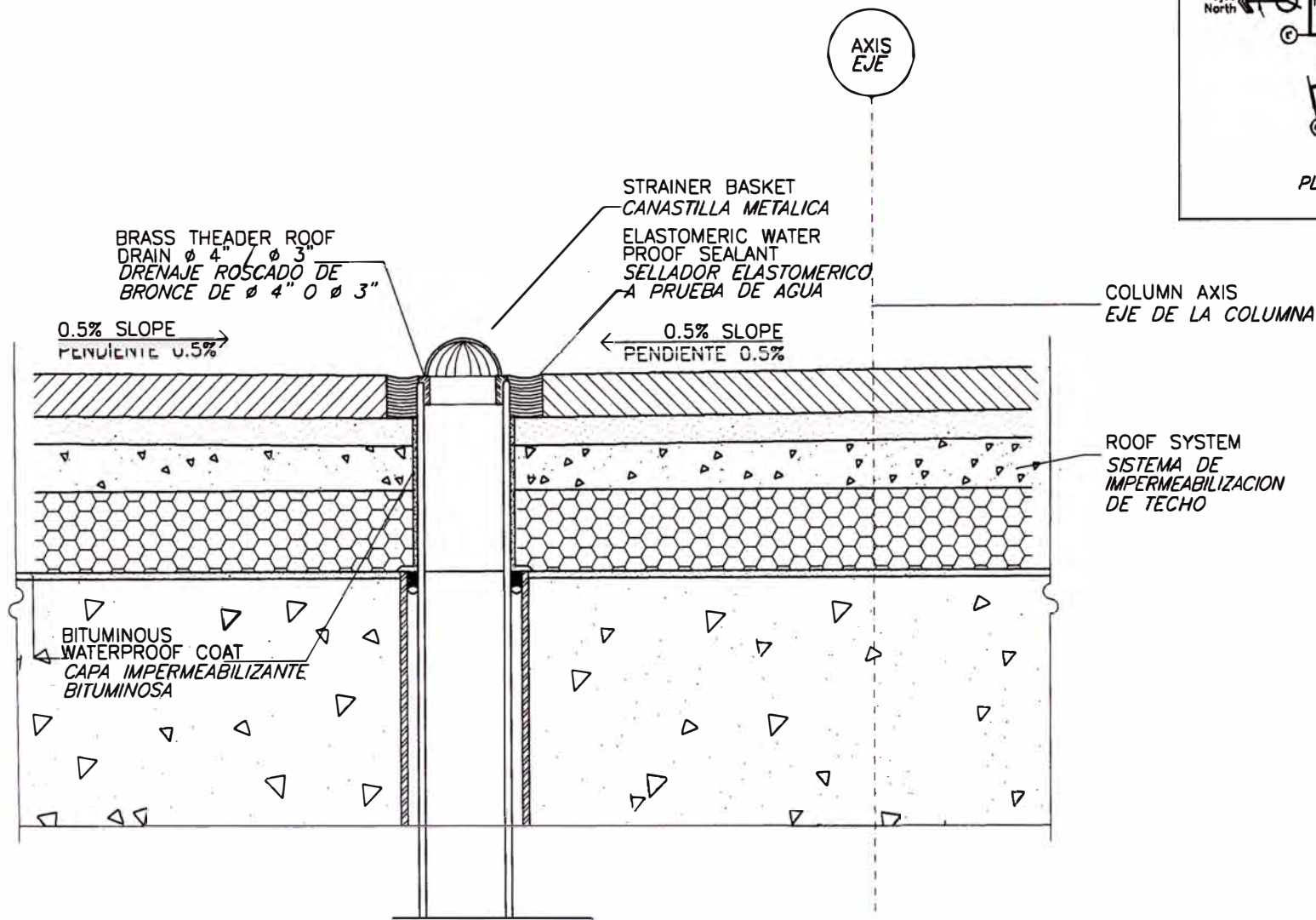


NO.	DESCRIPTION	DATE	BY	CHECKED
1	ISSUED FOR PERMITTING	11/10/68	J. CHAVEZ	J. CHAVEZ
2	FOR CONSTRUCTION	11/10/68	J. CHAVEZ	J. CHAVEZ
3	FOR RECORD	11/10/68	J. CHAVEZ	J. CHAVEZ
4	FOR ARCHIVE	11/10/68	J. CHAVEZ	J. CHAVEZ
5	FOR REVIEW	11/10/68	J. CHAVEZ	J. CHAVEZ
6	FOR APPROVAL	11/10/68	J. CHAVEZ	J. CHAVEZ
7	FOR RECORD	11/10/68	J. CHAVEZ	J. CHAVEZ
8	FOR ARCHIVE	11/10/68	J. CHAVEZ	J. CHAVEZ
9	FOR REVIEW	11/10/68	J. CHAVEZ	J. CHAVEZ
10	FOR APPROVAL	11/10/68	J. CHAVEZ	J. CHAVEZ

EXPANSION OF THE JORGE CHAVEZ INTERNATIONAL AIRPORT
CONCOURSE
ESPIONAN
INC.
BECHTEL

ROOF PLAN / 1C-4C
BETWEEN C48-C53
ENTRE C48-C53 / 1C-4C
6 DE 1968

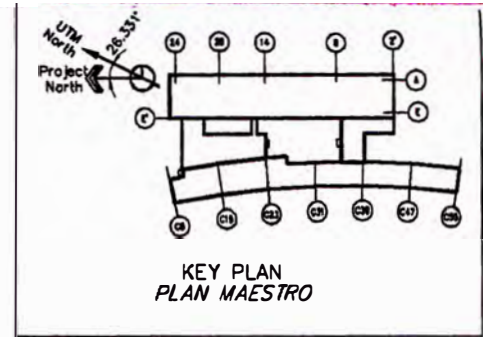
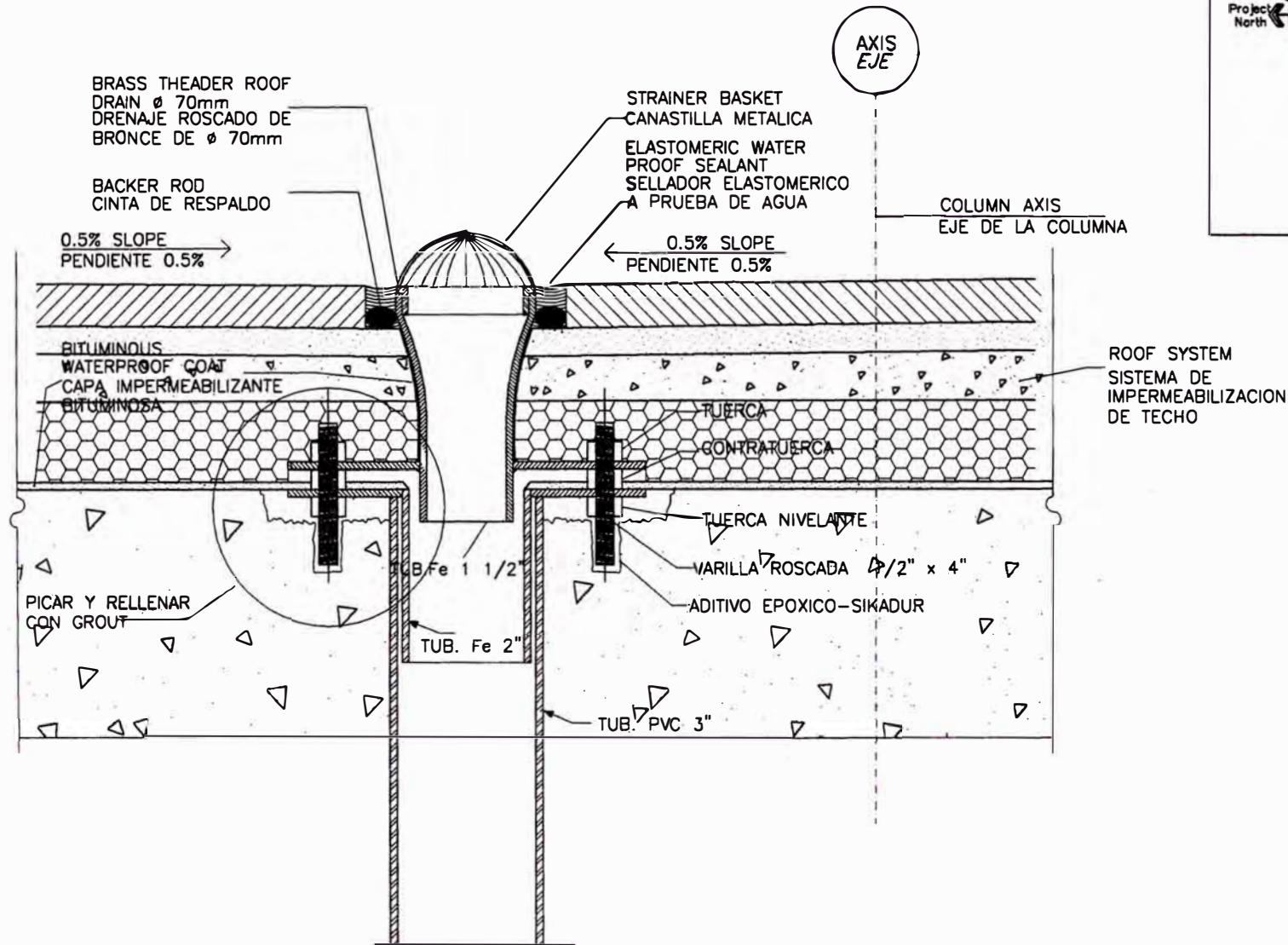
2483 **FD** **1**



DETAIL - ROOF DRAIN SYSTEM
 DETALLE- SISTEMA DE DRENAJE DE TECHO

1
 TYP.

				PROPIETARIO LIMA AIRPORT PARTNERS		PLANO: SISTEMA DE DRENAJE DE TECHO					
				PROYECTO EXPANSION DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ		DISEÑADO POR: ING. A. FUENTES		AREA / SUBPROYECTO CO y PP			
REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	REV. POR	SUPV. POR			REVISADO POR:	PROYECTO: JOB N° 2486J	FASE: FD	ESCALA: S/E FECHA: 22/07/04	Nro. DE PLANO: FGA/SMT-028.1



DETAIL - ROOF DRAIN SYSTEM
DETALLE - SISTEMA DE DRENAJE DE TECHO

1
TYP.

				PROPIETARIO		LIMA AIRPORT PARTNERS			PLANO:			SISTEMA DE DRENAJE DE TECHO							
				PROYECTO		EXPANSION DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ			DISEÑADO POR:			ING. A. FUENTES					AREA / SUBPROYECTO		CO y PP
REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	REV. POR	SUPV. POR				REVISADO POR:			PROYECTO:			FASE:		ESCALA: S/E		Nro. DE PLANO:	
											JOB N° 24863			FD		FECHA: 10/08/04		FGA/SMT-028. Rev. 3	

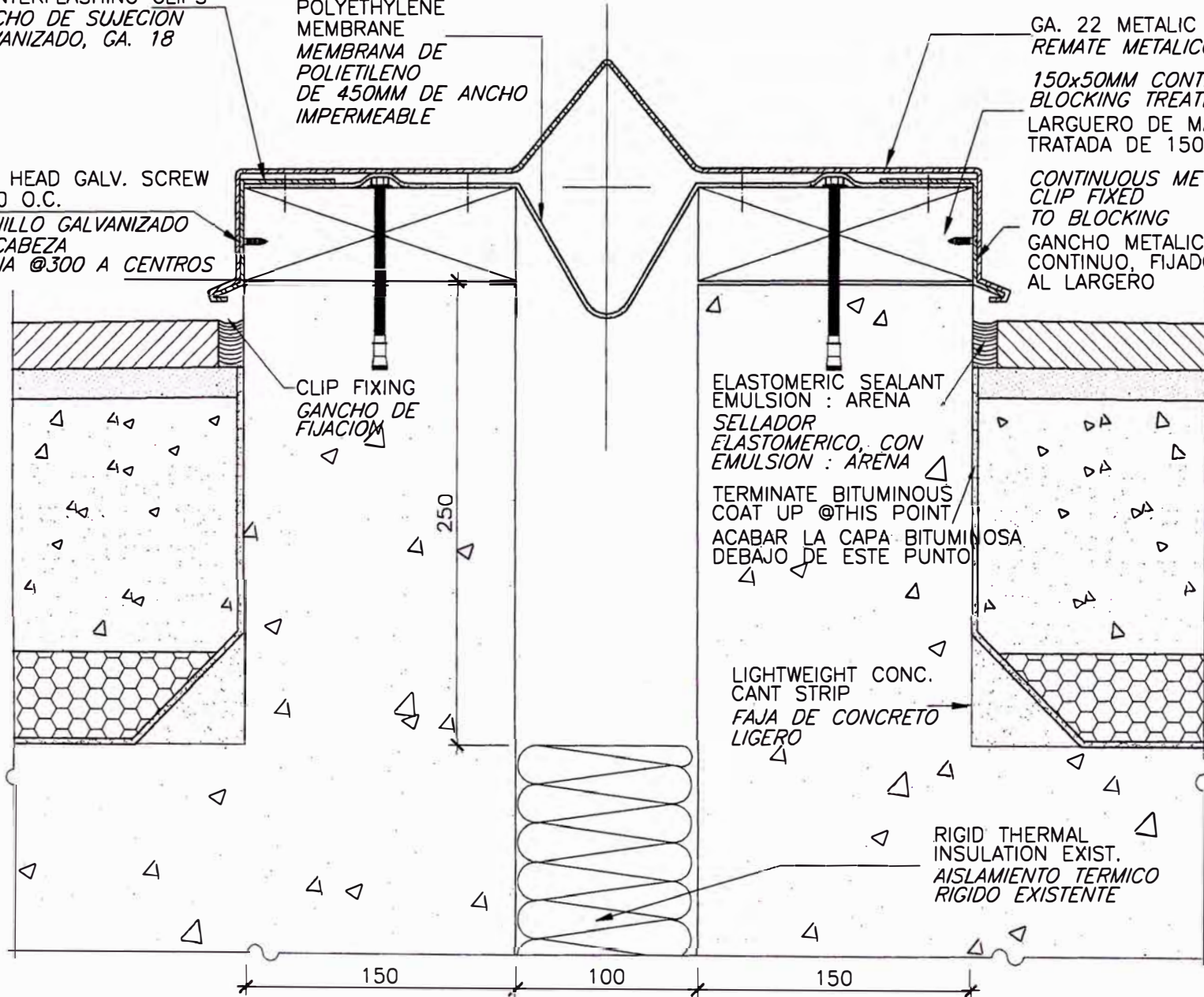
GA. 18 GALVANIZED
COUNTERFLASHING CLIPS
GANCHO DE SUJECION
GALVANIZADO, GA. 18

450MM WIDE
WATER PROOF
POLYETHYLENE
MEMBRANE
MEMBRANA DE
POLIETILENO
DE 450MM DE ANCHO
IMPERMEABLE

GA. 22 METALIC FLASHING
REMATE METALICO GA.22
150x50MM CONTINUOUS
BLOCKING TREATED WOOD
LARGUERO DE MADERA
TRATADA DE 150x50MM

FLAT HEAD GALV. SCREW
@300 O.C.
TORNILLO GALVANIZADO
DE CABEZA
PLANA @300 A CENTROS

CONTINUOUS METAL
CLIP FIXED
TO BLOCKING
GANCHO METALICO
CONTINUO, FIJADO
AL LARGERO



DETAIL - 100MM EXPANSION JOINT ROOF COVER
DETALLE - COBERTURA DE JUNTA DE EXPANSION DE TECHO DE 100MM

SCALE: 1:2.5
SCALA: 1:2.5

CO-A-0361 CO-A-0364 PP-A-0361
CO-A-0362 CO-A-0365 PP-A-0362
CO-A-0363 CO-A-0366 TE-A-0363

GA. 18 GALVANIZED
COUNTERFLASHING CLIPS
GANCHO DE SUJECION
GALVANIZADO, GA. 18
FLAT HEAD GALV. SCREW
@300 O.C.
TORNILLO GALVANIZADO
DE CABEZA
PLANA @300 A CENTROS
ROOF SYSTEM
SEE DETAIL 8
SISTEMA DE
IMPERMEABILIZACION
DE TECHO
VER DETALLE 8

450MM WIDE
WATER PROOF
POLYETHYLENE
MEMBRANE
MEMBRANA DE
POLIETILENO
DE 450MM DE ANCHO
IMPERMEABLE

GA. 22 ALUMINIUM FLASHING
REMATE DE ALUMINIO GA.22

150x50MM CONTINUOUS
BLOCKING TREATED WOOD
LARGUERO DE MADERA
TRATADA DE 150x50MM

CONTINUOUS METAL
CLIP FIXED
TO BLOCKING
GANCHO METALICO
CONTINUO, FIJADO
AL LARGERO

ELASTOMERIC SEALANT
ON BACKER ROD
SELLADOR
ELASTOMERICO, CON
TIRA DE RESPALDO

ELASTOMERIC SEALANT
ON BACKER ROD
SELLADOR
ELASTOMERICO, CON
TIRA DE RESPALDO

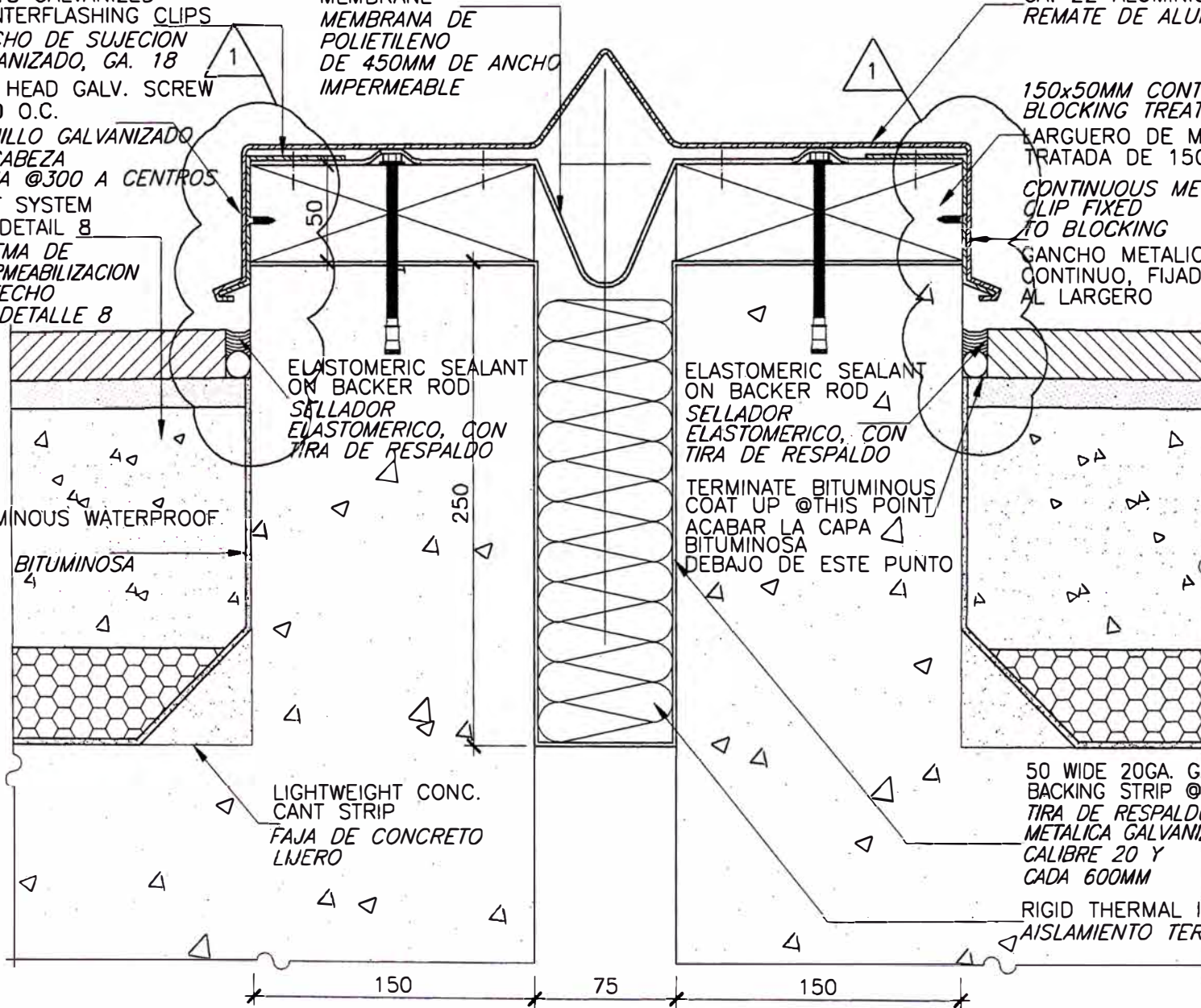
BITUMINOUS WATERPROOF
COAT
CAPA BITUMINOSA

TERMINATE BITUMINOUS
COAT UP @ THIS POINT
ACABAR LA CAPA
BITUMINOSA
DEBAJO DE ESTE PUNTO

LIGHTWEIGHT CONC.
CANT STRIP
FAJA DE CONCRETO
LNERO

50 WIDE 20GA. GALVANIZED
BACKING STRIP @ EVERY 600 O.C.
TIRA DE RESPALDO DE PLANCHA
METALICA GALVANIZADA DE
CALIBRE 20 Y
CADA 600MM

RIGID THERMAL INSULATION
AISLAMIENTO TERMICO RIGIDO

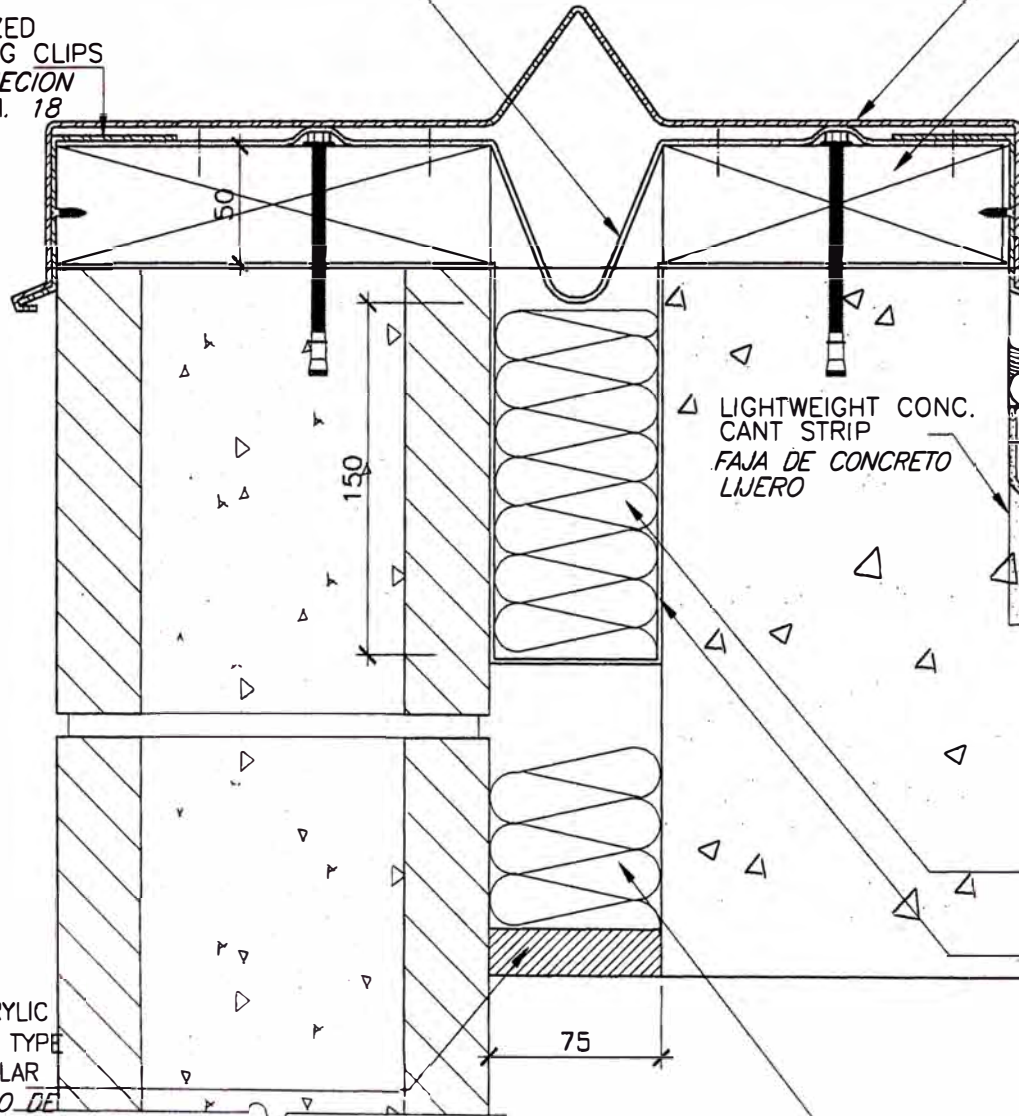


DETAIL - 75MM EXPANSION JOINT ROOF COVER
DETALLE - COBERTURA DE JUNTA DE EXPANSION DE TECHO DE 75MM

SCALE: 1:2.5
SCALA: 1:2.5

450MM WIDE WATER PROOF
POLYETHYLENE MEMBRANE
MEMBRANA DE POLIETILENO
DE 450MM DE ANCHO
IMPERMEABLE

GA. 18 GALVANIZED
COUNTERFLASHING CLIPS
GANCHO DE SUJECION
GALVANIZADO, GA. 18



GA. 22 ALUMINIUM FLASHING
REMATE DE ALUMINIO GA.22

150x50MM CONTINUOUS
BLOCKING TREATED WOOD
LARGUERO DE MADERA
TRATADA DE 150x50MM

FLAT HEAD GALV. SCREW
@300 O.C.

TORNILLO GALVANIZADO
DE CABEZA
PLANA @300 A CENTROS

CONTINUOUS METAL
CLIP FIXED
TO BLOCKING

GANCHO METALICO
CONTINUO, FIJADO
AL LARGERO

ROOF SYSTEM
SEE DETAIL 8
SISTEMA DE
IMPERMEABILIZACION
DE TECHO
VER DETALLE 8

ELASTOMERIC SEALANT
ON BACKER ROD
SELLADOR
ELASTOMERICO, CON
TIRA DE RESPALDO

TERMINATE BITUMINOUS
COAT UP @THIS POINT
ACABAR LA CAPA
BITUMINOSA
DEBAJO DE ESTE PUNTO
BITUMINOUS
WATERPROOF COAT
CAPA BITUMINOSA

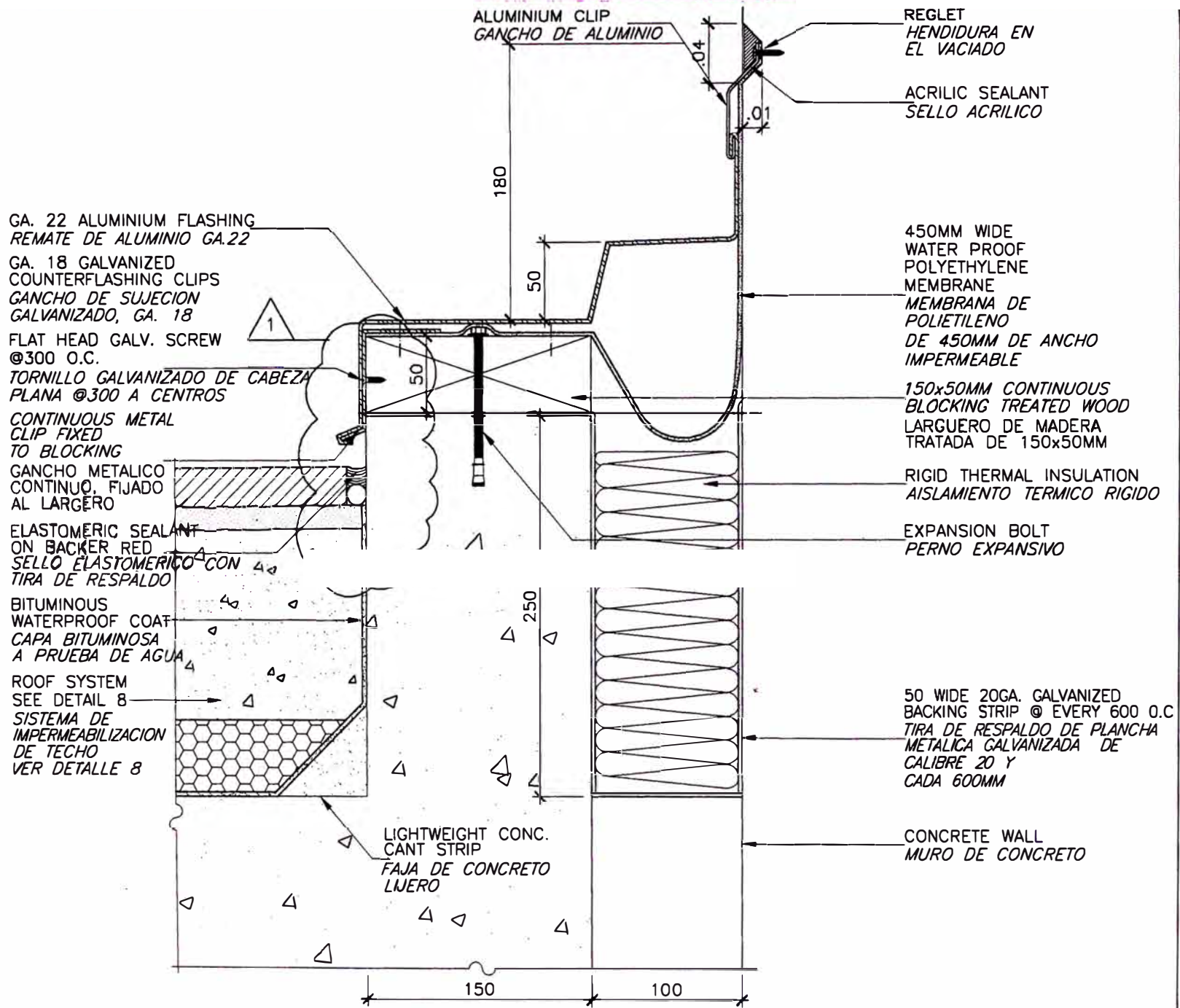
RIGID THERMAL INSULATION
AISLAMIENTO TERMICO RIGIDO
50 WIDE 20GA. GALVANIZED
BACKING STRIP @ EVERY 600 O.C
TIRA DE RESPALDO DE PLANCHA
METALICA GALVANIZADA DE
CALIBRE 20 Y
CADA 600MM

BACKER COMPRESSED
THERMAFIBER
RESPALDO DE THERMAFIBER
COMPRIMIDO

20MM. DEPTH ACRYLIC
FLEXIBLE SEALANT TYPE
HILTI 606 OR SIMILAR
SELLADOR ACRILICO DE
20MM FLEXIBLE TIPO
HILTI 606 O SIMILAR

DETAIL - 75MM EXPANSION JOINT ROOF COVER
DETALLE - COBERTURA DE JUNTA DE EXPANSION DE TECHO DE 75MM

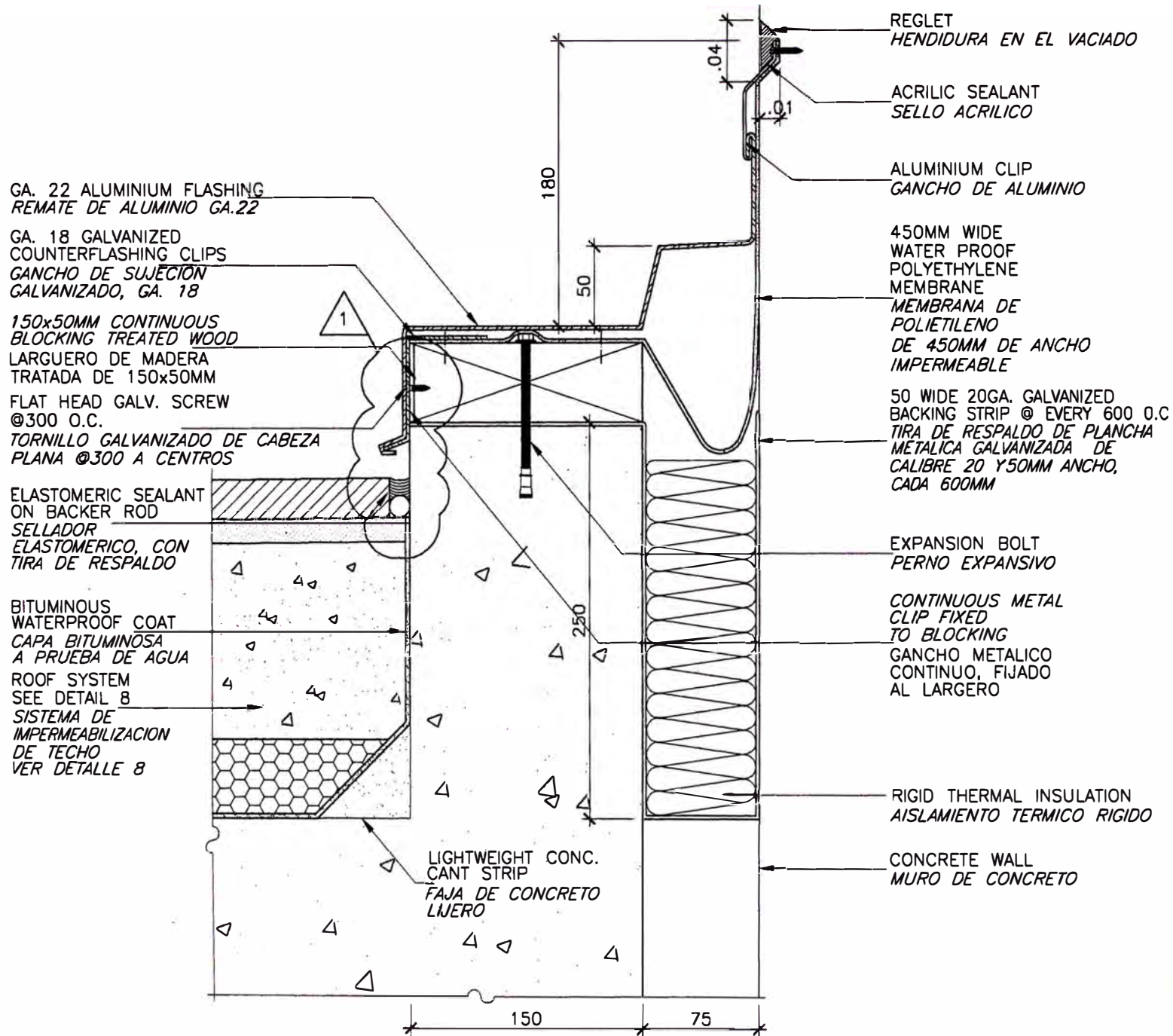
SCALE: 1:2.5
SCALA: 1:2.5



DETAIL - 100MM EXPANSION JOINT ROOF/WALL, COVER
 DETALLE - COBERTURA DE JUNTA DE EXPANSION DE TECHO Y MURO DE 100MM

SCALE: 1:2.5
 SCALA: 1:2.5

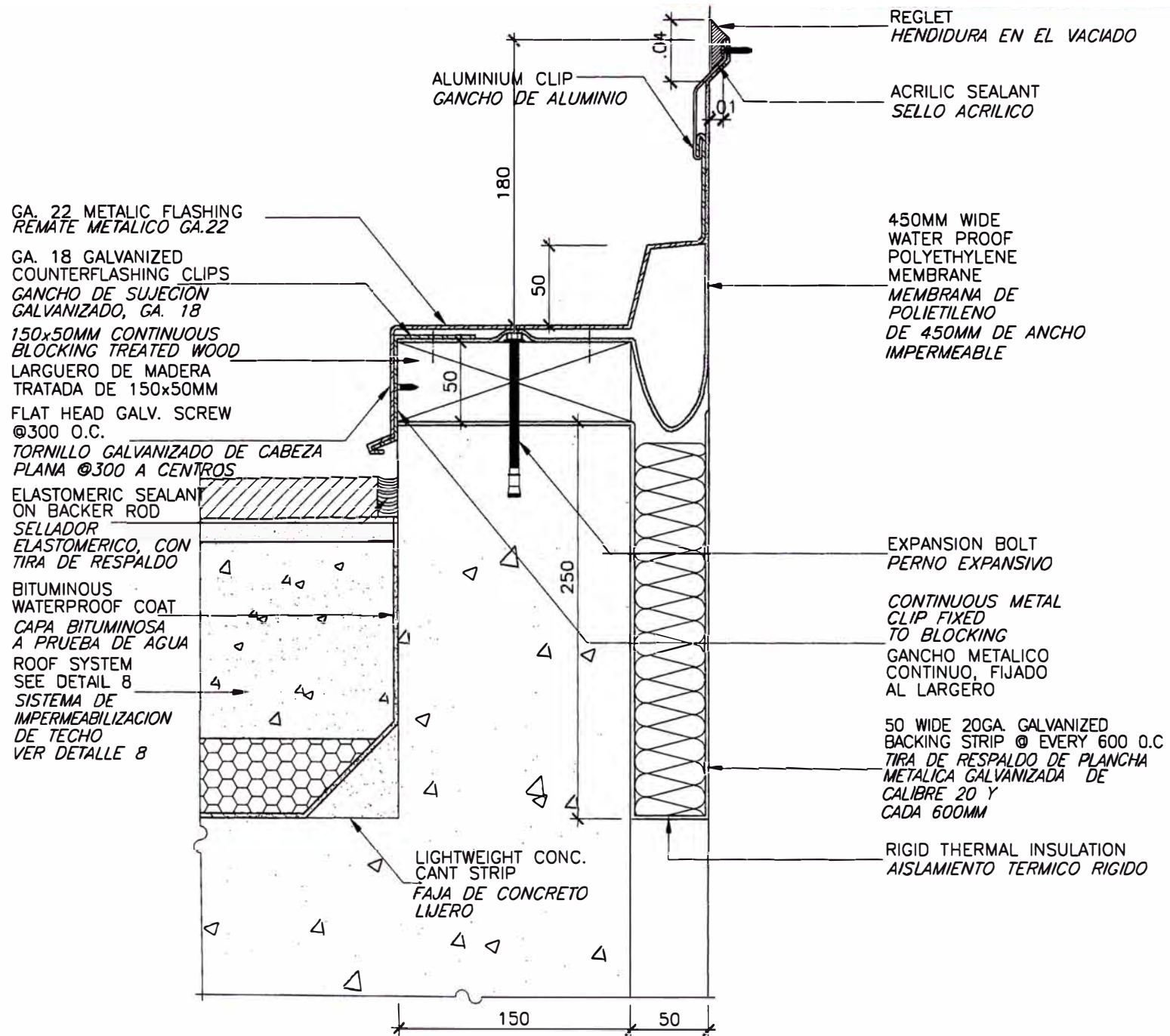
CO-A-0361 CO-A-0367
 CO-A-0364 PP-A-0361
 CO-A-0365 CO-A-0362



DETAIL - 75MM EXPANSION JOINT ROOF/WALL COVER
 DETALLE - COBERTURA DE JUNTA DE EXPANSION DE TECHO Y MURO; DE 75MM 5

SCALE: 1:2.5
 SCALA: 1:2.5

PP-A-0361
 TE-A-0361



DETAIL - 50MM EXPANSION JOINT ROOF/WALL COVER
DETALLE- COBERTURA DE JUNTA DE EXPANSION DE TECHO Y MURO DE 50MM 6

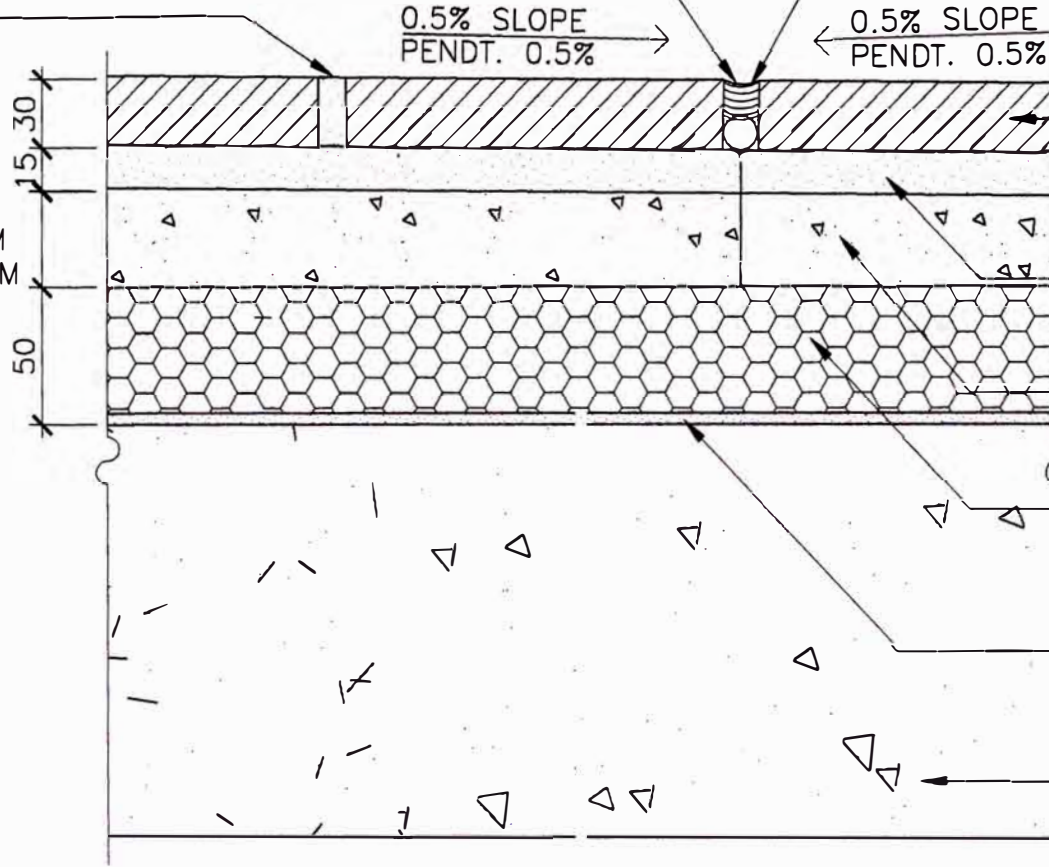
SCALE: 1:2.5
SCALA: 1:2.5

PP-A-0362
CO-A-0367

CONTROL JOINTS EVERY
MEET OF PLANES
JUNTA DE CONTROL
CADA ENCUENTRO DE PLANOS

MORTAR
MORTERO

VARIABLE
MIN. 50MM
MAX. 125MM



ELASTOMERIC SEALANT
ON BACK ROAD
SELLADOR
ELASTOMERICO, CON
TIRA DE RESPALDO

300x300 MACHINE
MADE BRICK SLIP
LADRILLO PASTELERO
DE 300x300
(HECHO A MAQUINA)

PLASTER LAYER TO
PLACE BRICK SLIP
CAPA DE MORTERO
DE ASIENTO

LIGHTWEIGHT CONCRETE
CAPA CONCRETO LIGERO

POLYSTYRENE SHEET
PLANCHAS DE POLIESTIRENO

BITUMINOUS
WATERPROOF COAT
CAPA IMPERMEABILIZANTE
BITUMINOSA

CONCRETE SLAB
LOSA DE CONCRETO

DETAIL — ELASTOMERIC JOINT BETWEEN PLANES
DETALLE — JUNTA ELASTOMERICA ENTRE PLANOS

SCALE: 1:5
SCALA: 1:5

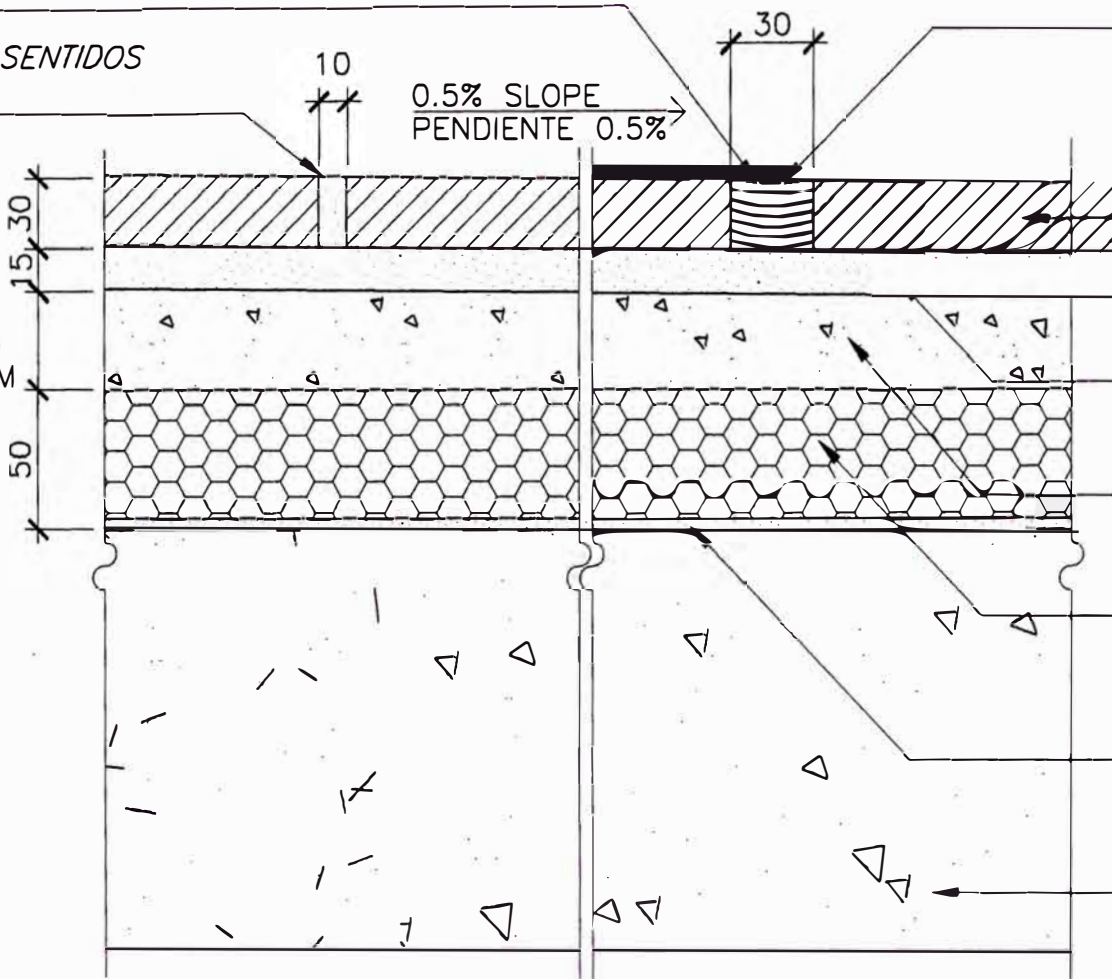
7

GE-A-0422
GE-A-0424
GE-A-0631

CONTROL JOINTS EVERY
3 m. BOTH WAYS
JUNTA DE CONTROL
CADA 3 m. AMBOS SENTIDOS

MORTAR
MORTERO

VARIABLE
MIN. 50MM
MAX. 125MM



ELASTOMERIC SEALANT
EMULSION: ARENA
SELLADOR
ELASTOMERICO, CON
EMULSION : ARENA

300x300 MACHINE
MADE BRICK SLIP
LADRILLO PASTELERO

(HECHO A MAQUINA)
PLASTER LAYER TO
PLACE BRICK SLIP
CAPA DE MORTERO
DE ASIENTO

LIGHTWEIGHT CONCRETE
CAPA CONCRETO LIGERO

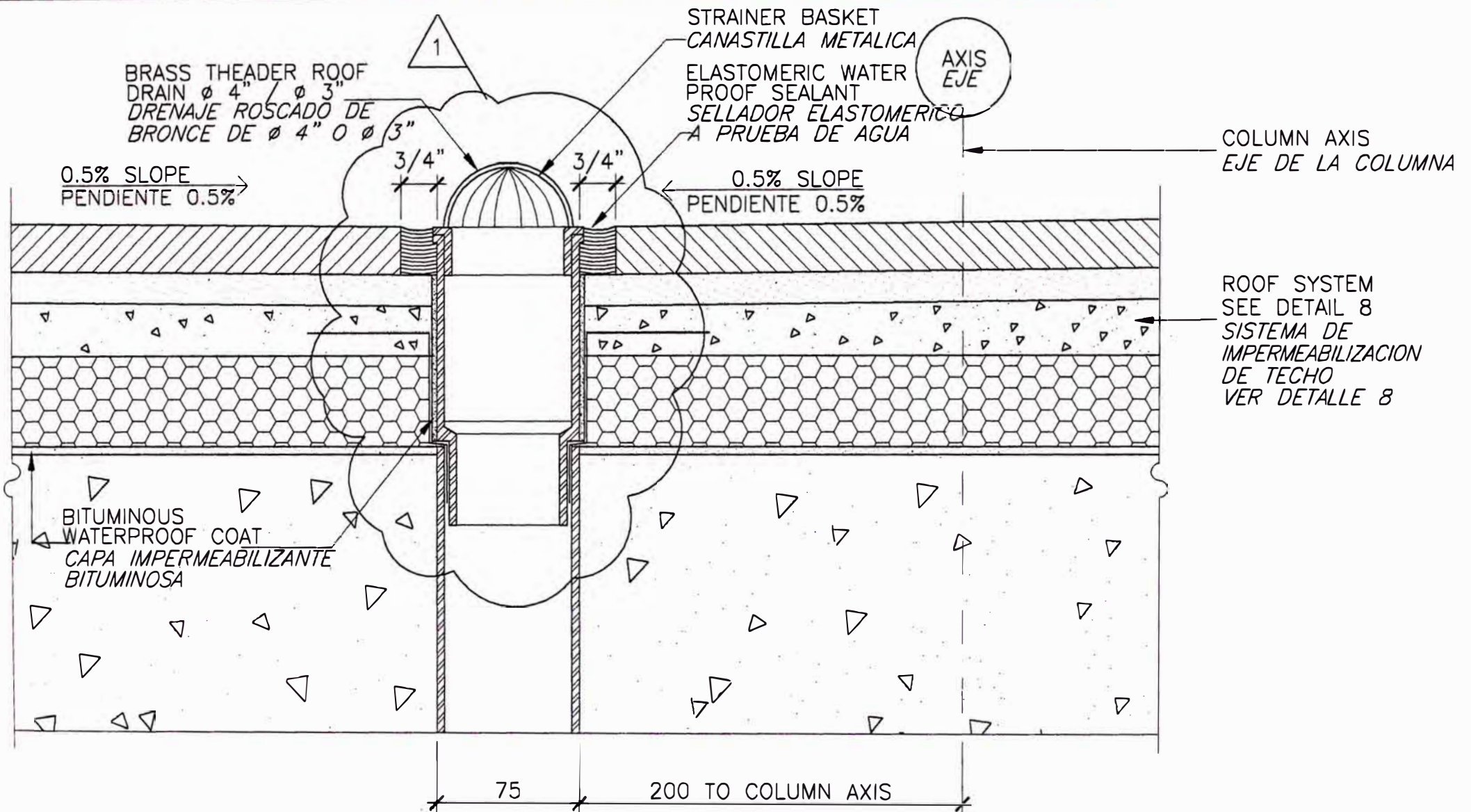
POLYSTYRENE SHEET
PLANCHAS DE POLIESTIRENO

BITUMINOUS
WATERPROOF COAT
CAPA IMPERMEABILIZANTE
BITUMINOSA

CONCRETE SLAB
LOSA DE CONCRETO

DETAIL - ROOF SYSTEM
DETALLE - SISTEMA IMPERMEABILIZACION DE TECHO

SCALE: 1:2.5
SCALA: 1:2.5

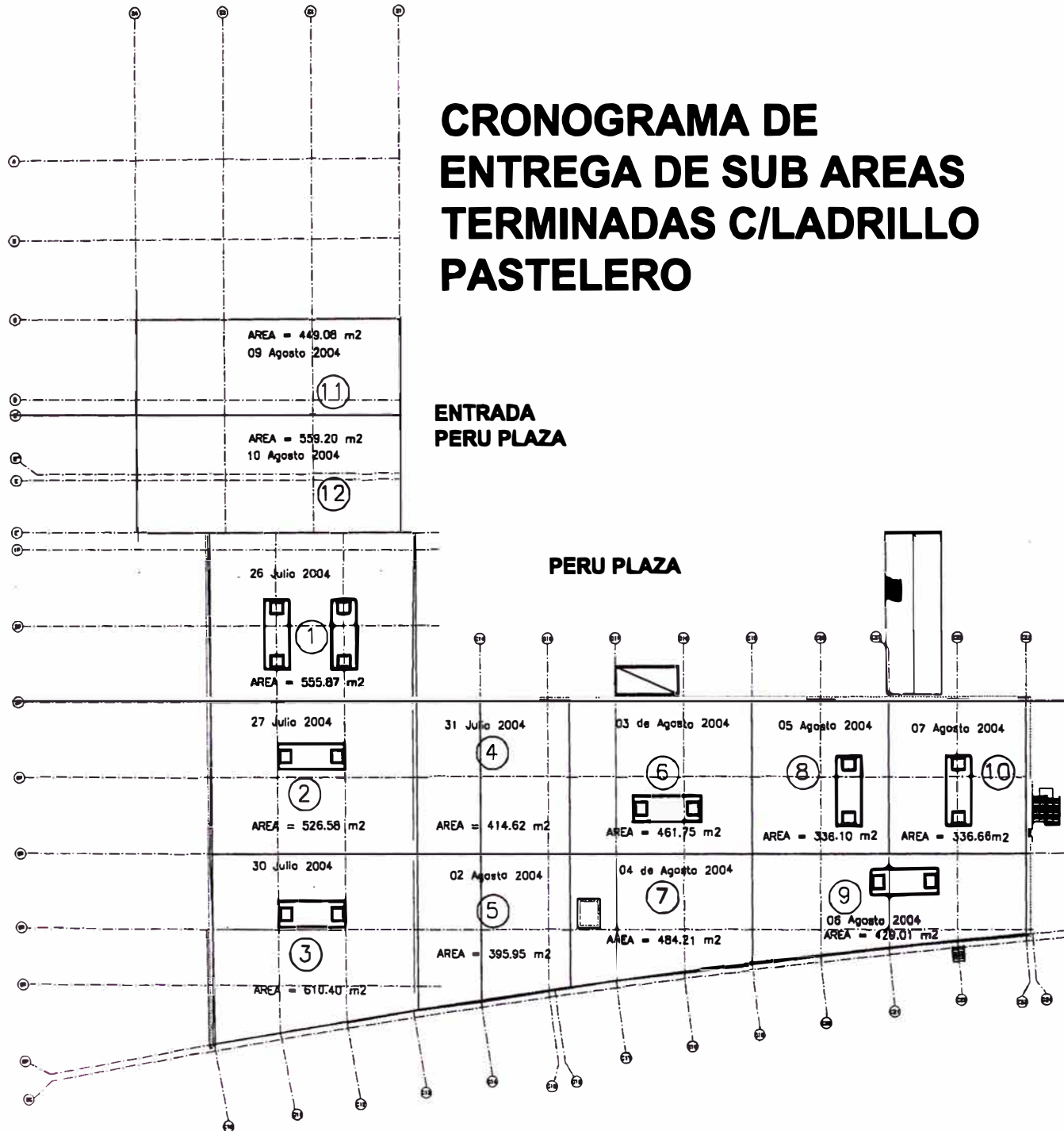


DETAIL - ROOF DRAIN SYSTEM
DETALLE - SISTEMA DE DRENAJE DE TECHO

SCALE: 1:2.5
SCALA: 1:2.5

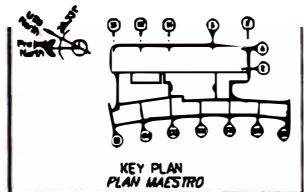
9
TYP.

CRONOGRAMA DE ENTREGA DE SUB AREAS TERMINADAS C/LADRILLO PASTELERO



ENTRADA PERU PLAZA

PERU PLAZA



NO. DE PROYECTO	PROYECTO DE LA OBRA	FECHA DE EMISIÓN
PROYECTANTE	PROYECTADO	PROYECTADO
REVISADO	REVISADO	REVISADO
ELABORADO POR	ELABORADO POR	ELABORADO POR
REVISADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR
ELABORADO POR	ELABORADO POR	ELABORADO POR
REVISADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR
ELABORADO POR	ELABORADO POR	ELABORADO POR
REVISADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR

FGA INGENIEROS S.A.
 EXPANSION OF THE JORGE CHAVEZ INTERNATIONAL AIRPORT
 EXPANSION DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ
PERU PLAZA
 CRONOGRAMA DE ENTREGA DEL ROOFING SYSTEM EN PERU PLAZA
 24863 PD