

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA LA SALLE

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

PROYECTO INTEGRADO DE ARQUITECTURA

**TESELADOS APLICADOS EN LA FACHADA DEL PABELLÓN DE ESPAÑA EN
AICH, JP**

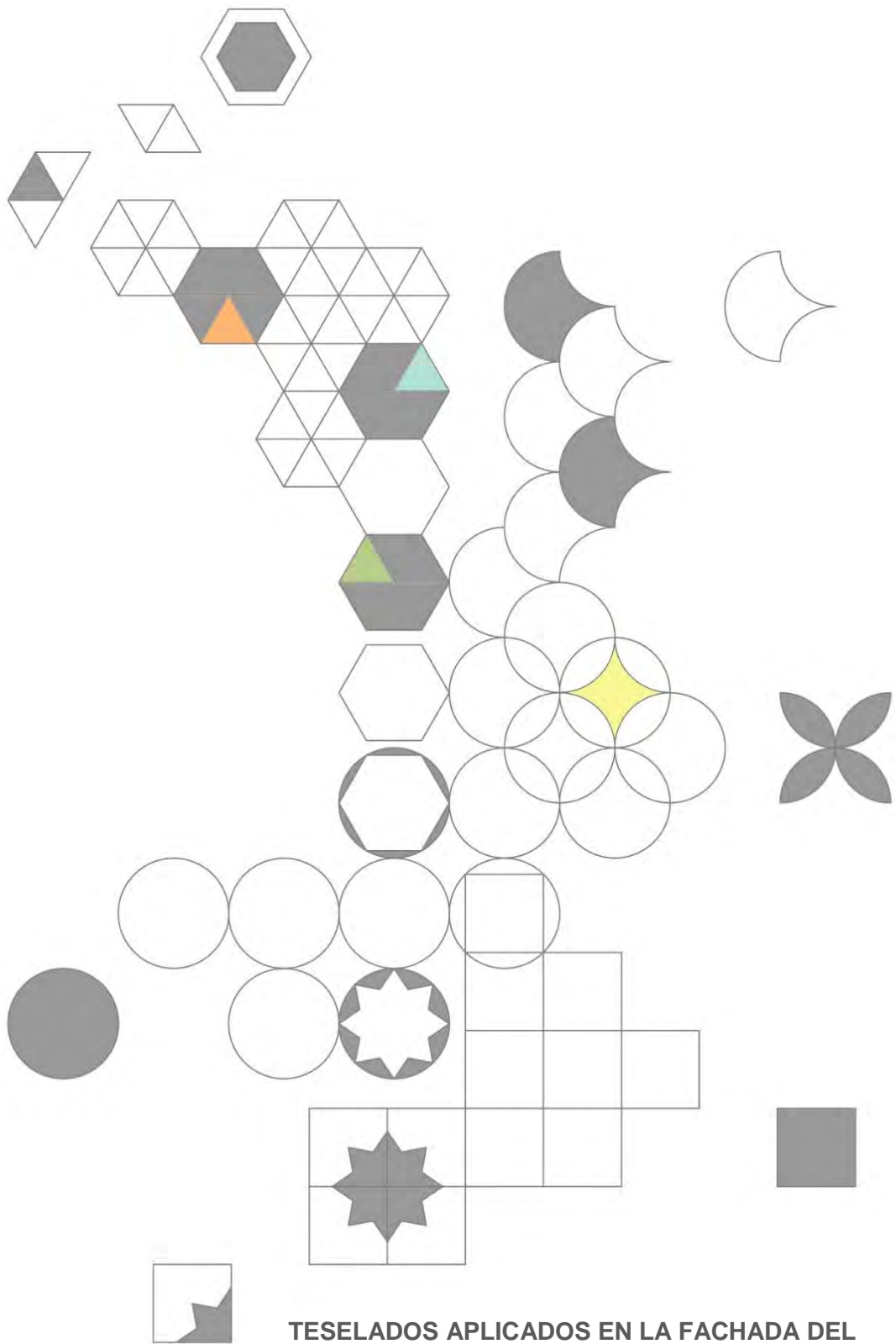
Condiciones de permeabilidad y dinamismo visual con material cerámico

ALUMNO/A

DIRECTOR

DANIELA ESLAVA ARDILA

PEDRO GARCÍA



**TESELADOS APLICADOS EN LA FACHADA DEL
PABELLÓN DE ESPAÑA EN AICHI, JP**

**Condiciones de permeabilidad y dinamismo visual con
material cerámico**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. TESELACIONES, GEOMETRÍA APLICADA	9
2.1 TESELACIONES, REFERENCIA EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO ISLÁMICO.	11
2.2 ESCHER, UNA REFERENCIA EN TESELADOS.	14
3. FACHADAS CON MATERIAL CERÁMICO	19
4. PABELLÓN DE ESPAÑA, EXPO 2005 EN AICHI, JAPÓN.	25
4.1 FICHA TÉCNICA:	26
4.2 EMPLAZAMIENTO	27
4.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, PLANIMETRÍA.	28
4.3.1 PLANTAS ARQUITECTÓNICAS	30
4.3.2 SECCIONES	31
4.3.3 AXONOMETRÍA	32
5. LA FACHADA: EL LLENO	35
5.1 FACHADAS	36
5.2 LAS PIEZAS.	37
5.3 LOS COLORES	42
5.4 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN DE FACHADA POR COLORES	45
5.6 SISTEMA DE SUJECIÓN	54
6. LA FACHADA: EL VACÍO	61
6.1 ANÁLISIS APERTURAS DE LOS ACCESOS	62
6.2 ANÁLISIS APERTURAS DE LAS VENTANAS.	65
6.3 ANÁLISIS REMATES PERIMETRALES.	68
7. CONCLUSIONES	71
8. BIBLIOGRAFÍA	77
9. ANEXOS	81

1. INTRODUCCIÓN



El presente trabajo de investigación se refiere al tema de teselados aplicados en fachadas, contemplado desde el proyecto arquitectónico de exposición, el Pabellón de España en Aichi Japón 2005.

En primer lugar, la selección de esta materia a estudiar se debe al particular interés en conocer los diferentes teselados en acabados y elementos arquitectónicos ya que siempre le dan un carácter singular al lugar y al edificio. Estas composiciones son muy variables en todos los aspectos, y por ello, son únicos cada vez que se generan nuevas reglas para hacer alguna forma.

Las teselaciones configuran una muestra y/o figuras geométricas y así, ser replicada una y otra vez hasta cubrir por completo una superficie. La repetición surge por ciertos parámetros que definen la relación o disposición entre los elementos del diseño. Las mismas, pueden ser regulares o irregulares, básicas o complejas.

La manera en que más me interesan estas configuraciones geométricas son en los elementos envolventes de edificaciones, estos cuentan con diversas formas, colores, materiales y texturas. Por otro lado, se mezcla con la permeabilidad dada por las celosías que cumplen funciones de cerramiento, se adaptan a las necesidades interiores que permiten o no, la visibilidad entre exterior e interior, la entrada de aire y de luz.

En el Pabellón de España 2005, la cerámica es el material empleado en su fachada, conocido como un material tradicional que hoy en día se

sigue explorando por su gran potencial y capacidad de innovación en cuanto a su diseño de formas, usos, acabados.

Este trabajo está contenido por distintos capítulos que llevan un hilo conductor para realizar una serie de descripciones, comparaciones y análisis en relación al tema de estudio.

En primera instancia, se exponen las características principales de la geometría aplicada en el diseño para crear las teselaciones, las referencias usadas están dadas por el diseño islámico y por uno de los artistas gráficos más importantes del mundo, M. Escher. Es sustancial la descripción de conceptos geométricos, explicación de tipos de teselados, sus figuras básicas y el proceso de composiciones en teselados, usados en la arquitectura.

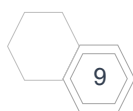
Luego, se realiza una descripción de algunos elementos importantes acerca de variables en el diseño de las fachadas, especialmente en piezas cerámicas. Las cuales son el objeto que posteriormente se estudia y profundiza en el análisis y tema principal.

A partir de esto, se examina El pabellón de España 2005 como caso de estudio, el cual contiene características singulares, todas estas, estudiadas desde un enfoque más concreto para finalmente comprender como y porqué se desarrolló la fachada de esta manera. El análisis de la fachada está comprendido en dos partes fundamentales, la fachada desde el punto de vista de "el lleno", la cual estudia la pieza y sus características y la

fachada como “el vacío” que se refiere al comportamiento de la pieza frente a los espacios desocupados como son los casos de ventanas, puertas y terminaciones de la superficie de fachada.

Finalmente se conocen algunas conclusiones, para cumplir con el objeto de estudio el cual es obtener mejores conocimientos sobre la materia y así ampliar las posibilidades de proyección de una fachada y por tanto de la edificación. Esto expuesto a través de una breve comparación con otros proyectos para precisamente dar un aporte importante a la creatividad e ideas para la solución de problemas y nuevos retos. Las conclusiones muestran las ventajas, desventajas y aportaciones para innovar con diseño, materiales, técnicas y tecnologías en fachadas.

2. TESELACIONES, GEOMETRÍA APLICADA



El proceso de teselación consiste en cubrir completamente un plano a través de figuras geométricas las cuales comparten sus lados y no se cruzan ente sí. “Las teselaciones hacen referencia a una regularidad o patrón de figuras que recubren o pavimentan completamente una superficie plana que cumple con dos requisitos: primero, que no queden espacios y segundo, que no se superpongan las figuras.”¹

Para comprender mejor, se puede partir desde unos conceptos fundamentales, en primer lugar, pueden hallarse teselaciones regulares, las cuales están compuestas por polígonos regulares capaces de revestir completamente una superficie, éste es el caso del cuadrado, del triángulo y el hexágono [1.A]. Seguido de esto, consideramos las teselaciones semiregulares, que se basan en dos o más polígonos regulares [1.B] y para terminar las teselas irregulares que surgen a partir de polígonos irregulares, los cuales tienen algunas transformaciones en su plano para cambiar su forma pero que cubren completamente la superficie [1.C]. Así mismo hay que mencionar que también se puede caracterizar una teselación si se periódica, la cual tiene un patrón repetitivo o si por el contrario es aperiódica, como las teselaciones de Penrose, las cuales no forman un patrón repetitivo ya que sí sus formas se desplazan, éstas no pueden coincidir con la figura original y por otro lado sus formas pueden generarse infinitamente. [2]

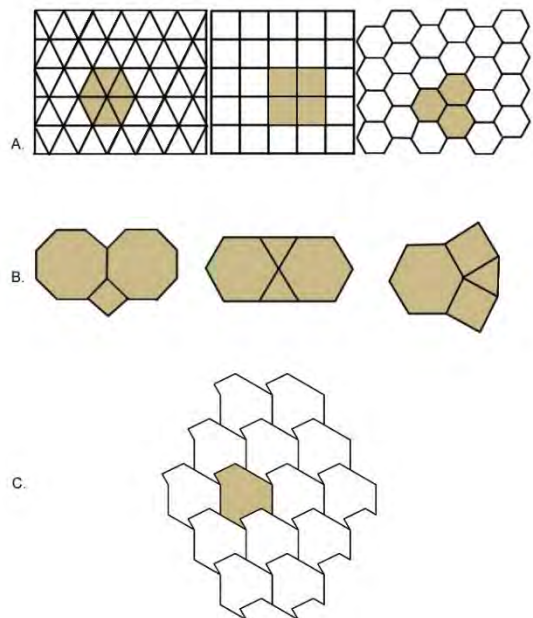


Ilustración 1 Ejemplos de teselaciones. Elaboración propia.

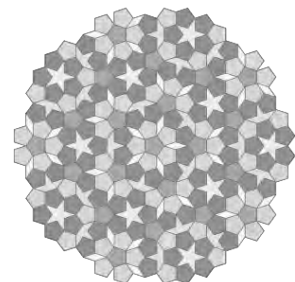


Ilustración 2 Teselación de Penrose P1. (Penrose, s.f.)

¹ (<https://es.wikipedia.org/wiki/Teselado>, s.f.)

2.1 Teselaciones, referencia en el diseño geométrico islámico.

El diseño geométrico islámico es una referencia muy importante debido a su belleza y riqueza en las composiciones de estilos artísticos y arquitectónicos, que se pueden ver en diferentes materiales, como la cerámica, el metal, pinturas, madera, manuscritos, marfil, en mosaicos y decoraciones de yeso, que a su vez demuestran la habilidad y calidad artesanal.

Se tiene en cuenta que los primeros artesanos desarrollaron una gran experiencia y habilidad manual sin ser matemáticos ni calcular ángulos, demuestran una gran capacidad para improvisar e innovar.

Las composiciones geométricas se encuentran tanto en interiores como exteriores, en edificaciones urbanas, rurales, de carácter religioso o sin contenido religioso y doméstico. Cabe recalcar que en distintos lugares con presencia islámica están estos diseños geométricos parecidos entre sí, probablemente transmitidos por documentación o a través de artesanos que viajaban, no obstante, algunos estilos de decoración de las figuras geométricas se relacionan con un lugar o un momento determinado, mas no por la figura geométrica en sí.

Desde los primeros elementos encontrados de carácter islámico es evidente el lenguaje visual que entrelaza y une composiciones,

resultado es siempre visible pero no el proceso creativo de tal. Al hablar de unión, las líneas de cada figura caracterizan el diseño ya que articulan todo, pueden reflejar que están entrelazadas, con una sensación 3D sin fin, o estar sin entrelazar y simplemente mostrar la continuidad del diseño, acompañada con colores.

También, al mencionar lo que es visible, la distancia desde la cual se observa, evidencia que existe un punto de atracción donde el observador pone la primera mirada, y desde ese punto hace la lectura de la composición, así mismo desde más cerca es posible ver más detalles, sin embargo hay que decir que también influyen los colores independientemente de las formas, ya que con los colores y contrastes se pone en evidencia la intención del artista en orientar la atención a ciertos elementos más que otros.

Estas composiciones geométricas son un producto de creatividad y del seguimiento de ciertas reglas básicas, al entender las reglas es posible reconocer como es su proceso y elecciones creativas.

Por ello, los principios básicos del diseño geométrico islámico son muy importantes y se parte del hecho de que, como es mencionado antes, no es necesario cálculos matemáticos, su base es un círculo y líneas rectas dentro del mismo, de esto surge un gran número de patrones, por lo tanto, la selección de qué círculos, líneas y secciones de líneas se usan, es fundamental.



Ilustración 3 Ejemplo de patrón geométrico circular en la Mezquita Al-Azhar, en el Cairo, Egipto (979-72) (Broug, 2013)

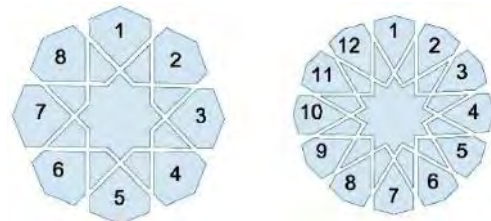


Ilustración 4 Estrellas de ocho y doce puntas, pueden ser identificadas al contar las formas de pétalos que rodean la estrella. (Broug, 2013)

Hay varios elementos para describir el diseño geométrico. En primer lugar, están los círculos y curvilíneas, que en algunas ocasiones son muy visibles, pero que con el transcurso del tiempo dejan de ser tan obvias, y por ello las curvilíneas poco a poco dejan de presentarse en los diseños, rara vez aparecen, y cuando son evidentes se observan en forma de arabescos, como hojas y flores. [3]

Por otro lado, están los diseños que se caracterizan por su forma de estrella, estas se pueden clasificar según su número de puntas, las cuales muchas veces son más fáciles de reconocer por el número de pétalos que las acompaña. De igual forma, la estrella parte de la división del círculo en partes iguales de acuerdo al número de puntas de la estrella, por lo tanto, si la estrella tiene ocho puntas, el círculo se divide en ocho para su creación. [4]

Al tener en cuenta el círculo como punto de partida, los patrones geométricos se pueden clasificar según el número de partes iguales en las que se divide el círculo para crear la composición, este puede dividirse en 4, 5, 6 (4, 8 y 16, por ejemplo, hacen parte de la misma familia), a pesar de esto, hay configuraciones que no se pueden clasificar como las estrellas de 7 puntas. [5]

Las formas básicas con las que se desarrollan los patrones geométricos islámicos, son el cuadrado, el pentágono y el hexágono. La combinación o el orden con el que son dibujados los círculos, permiten precisamente dibujar éstas formas gracias a las intersecciones de círculos y líneas. [6,7]

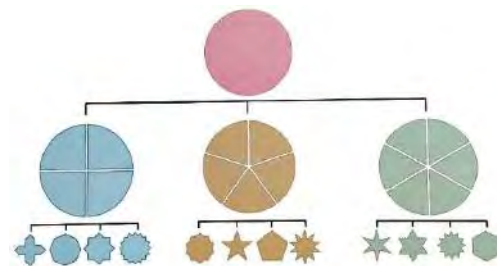


Ilustración 5 Árbol genealógico del diseño geométrico islámico. (Broug, 2013)

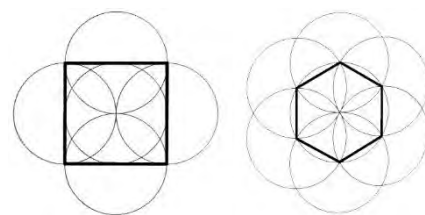


Ilustración 6 Cuadrado y hexágono dibujado usando las intersecciones de los círculos. (Broug, 2013)

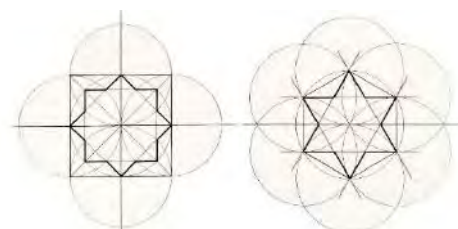


Ilustración 7 Diseño a partir del cuadrado y el círculo dividido en cuatro partes iguales. (Broug, 2013)

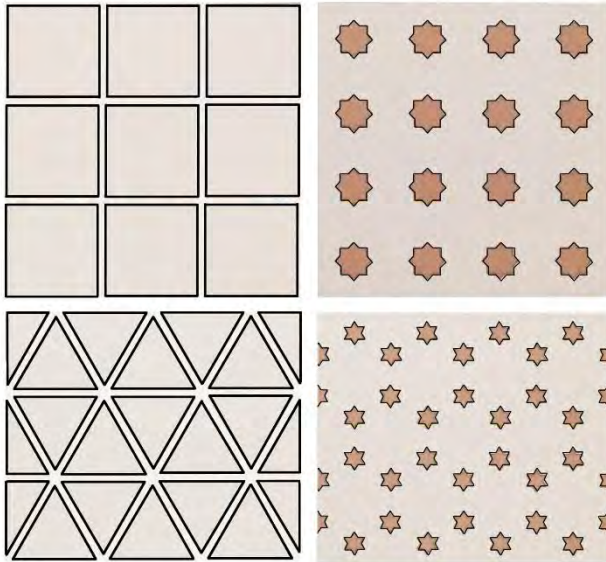


Ilustración 8 Retícula de cuadrados y disposición de estrellas con ocho puntas basada en retícula de cuadrados. Retícula de triángulos y disposición de estrellas de seis puntas basada en una retícula de triángulos. (Broug, 2013)

Teniendo en cuenta lo anterior, aparece otra característica del diseño geométrico islámico, la retícula. La retícula permite analizar y crear composiciones geométricas ya que facilita la creación del patrón porque arma bloques de polígonos, lo que se convierte en una estructura para la construcción de la composición geométrica, sin embargo, ésta se encuentra en un segundo plano y por eso es que a simple vista no es fácil distinguirla. [8]

Así mismo da más libertad de experimentar, evita errores de exactitud que pueden afectar progresivamente un diseño y además contribuye en darle un tamaño o escala antes de empezar.

Normalmente una persona podría percibir que las composiciones empiezan siempre desde el centro, pero precisamente es diferente la apreciación del observador a la real ejecución, y es por ello que los artesanos y diseñadores comienzan y le dan orden al diseño a través de la retícula.

Las retículas más sencillas son las de triángulos y cuadrados como unidades de repetición, no obstante, no es tan simple reconocerlos porque no tienen un elemento central único, sino que las composiciones son complejas y están compuestas por varias figuras o polígonos. [9]

Las unidades de repetición para generar la teselación y cubrir la superficie es dada a través de la traslación, la rotación y la reflexión. Las piezas o baldosas por lo general son usadas en tamaños pequeños por cuestiones de

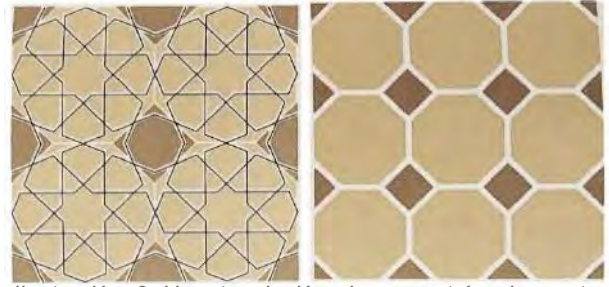


Ilustración 9 Una teselación de un patrón de cuatro estrellas de ocho puntas puede ser creada por una retícula de cuadrados o en una de octágonos. La estrella de ocho puntas y sus pétalos encajan en un gran octágono (color crema). El octágono pequeño en la composición encaja en la forma de un diamante (en marrón). Retícula de octágonos y diamantes. (Broug, 2013)

eficiencia en producción, pues estas tienden a deformarse menos. La unidad de repetición permite que sea más viable crear un patrón geométrico, por ejemplo, es común que el diseño de una estrella lo utilicen en cuartos, pues estas al ser ubicadas permiten flexibilidad en la colocación cuando se trata de los límites de la superficie, y de esta forma se evita cortar la estrella cuando se llega al final si fuera el caso en el que la estrella esté hecha en el centro de la baldosa.

2.2 Escher, una referencia en teselados.

Maurits Cornelis Escher (1898-1972) es un artista de Países Bajos, que muestra un gran interés por las repeticiones rítmicas en sus obras, y dice que “la superficie puede crecer ad infinitum, añadiendo nuevas impresiones de las planchas en cualquier dirección”².

A lo largo de los años su intención es conocer las propiedades de los materiales y las técnicas con las que se puede desenvolver, siendo así, que escoge entre sus esbozos la mejor para su técnica, sin embargo, su objetivo cambia, en cuanto a que le da más importancia a sus ideas e imágenes mentales que a la técnica sobre la cual ésta se desarrolla, él dice “Hoy, escojo, de entre las técnicas que he aprendido, aquella que me parece la más apropiada para representar el tema que en ese momento absorbe mi fantasía”.³

En sus primeras obras, terminadas antes del año 1937, se encuentran estampas que él describe como una representación de la realidad. En otras, es claro que su interés es diferente, en sus obras nominadas como particiones regulares de la superficie, pone en evidencia la división de superficies en figuras iguales o en su imagen invertida y estas mismas figuras se limitan de forma mutua evitando en todo momento espacios vacíos o

huecos, como se observa en su obra Swan, donde los cisnes se complementan unos con otros [10]

Escher afirma que “Representar una figura simétrica sobre una superficie plana, deberá tomar en consideración tres principios cristalográficos fundamentales: Traslación, Rotación y Reflexión.”⁴

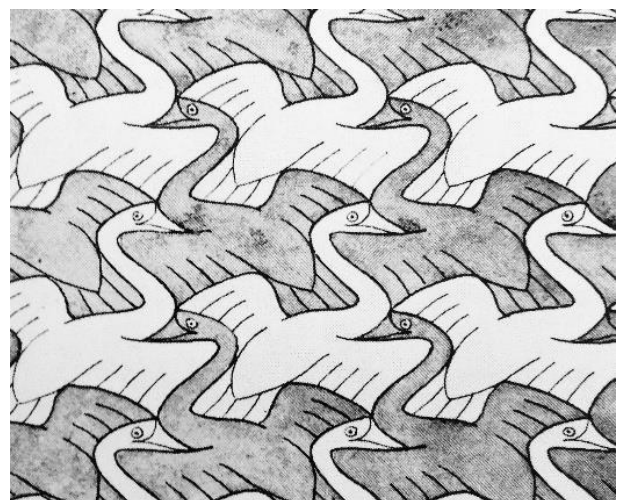


Ilustración 10. Swan 1955 ink watercolor. Dibujo Simétrico de Escher (Escher M.C, 2002).

² (Escher M.C, 2002, p.4)

³ (Escher M.C, 2002, p.5)

⁴ (Escher M.C, 2002, p.8)



Ilustración 11. División regular del plano por figuras similares cuyo tamaño y contenido disminuyen rítmicamente de tamaño, retrocediendo hacia el centro. (Locher, Veldhuysen, & Thé, 2006)

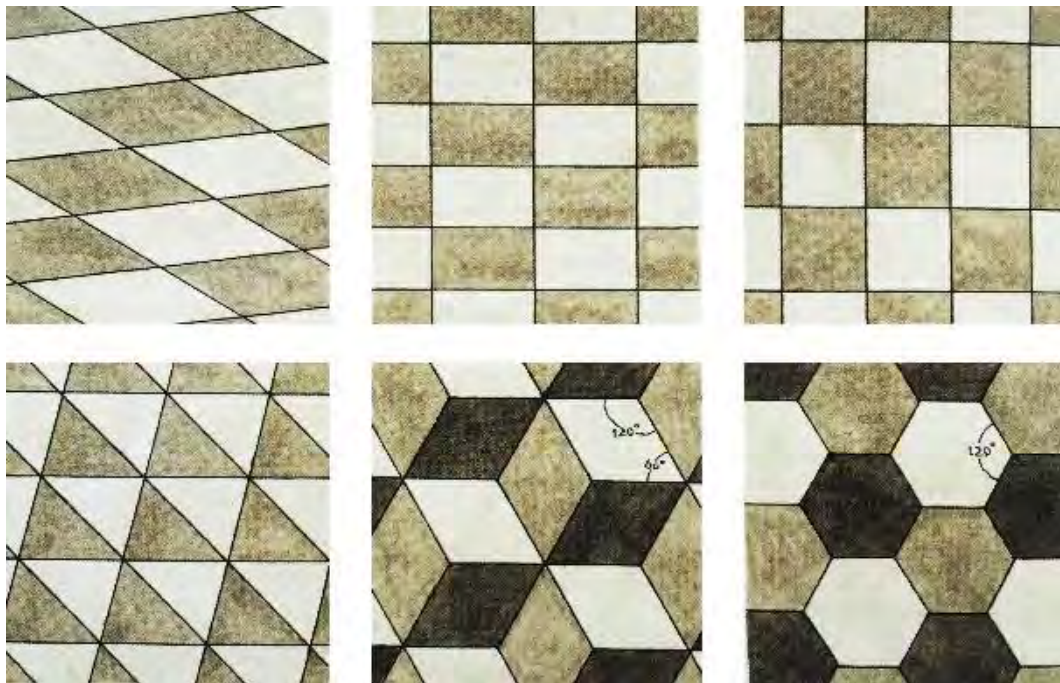


Ilustración 12 Forma Primaria de regular superficie. Paralelogramo, Rectángulo, Cuadrado, Triángulo, Rombo y hexágono. (Locher, Veldhuysen, & Thé, 2006)

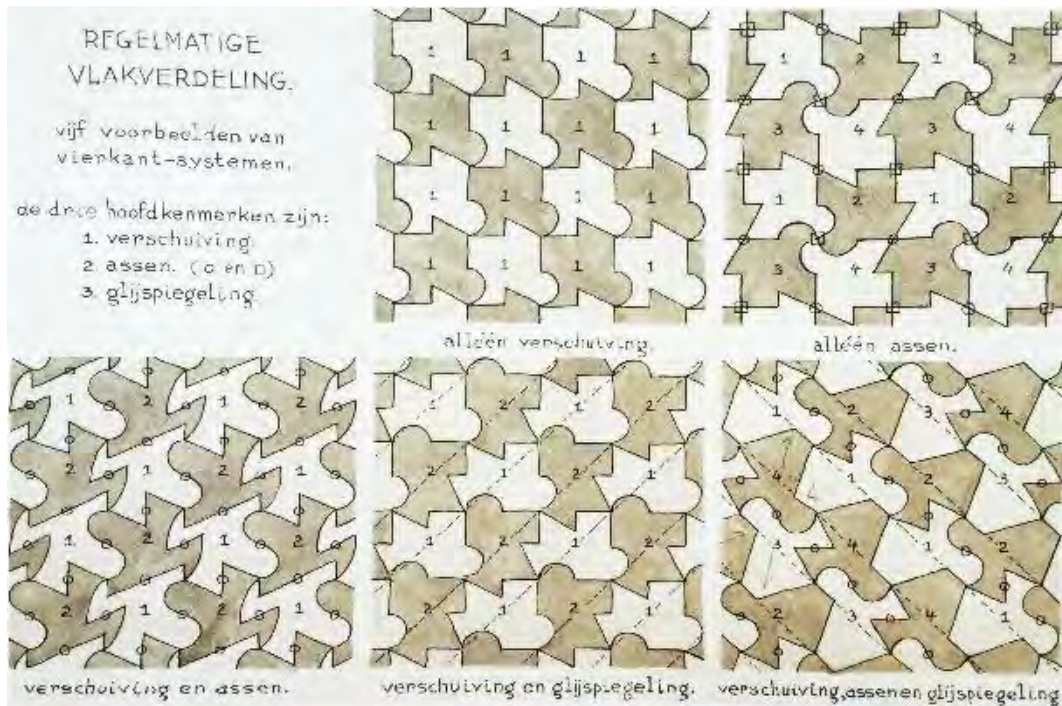


Ilustración 13. División regular del plano. Cinco ejemplos de sistemas de cuadrados, 1) Cambio, 2) Ejes (o y d) 3) Reflexión de deslizamiento. (Locher, Veldhuysen, & Thé, 2006)

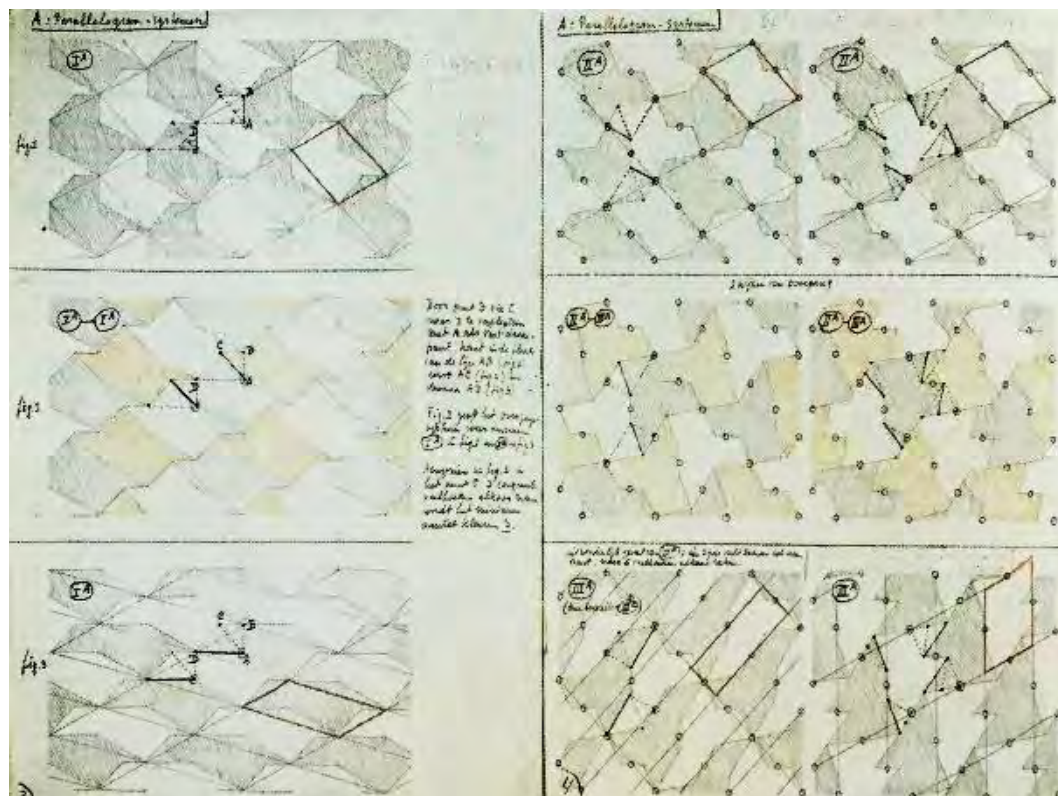


Ilustración 14 Ejemplo Sistema paralelogramo (Locher, Veldhuysen, & Thé, 2006)

Respecto a éstas imágenes que se complementan unas con otras y sin espacios vacíos, Escher reconoce a los árabes como expertos en ésta materia y muestra su fascinación a través de sus dibujos de lo que observa en la Alhambra en Granada, dibuja las múltiples figuras geométricas llenas de colores que encuentra en las superficies de este lugar. [15]



Ilustración 15. Mayólica de La Alhambra, 1936. (Locher, Veldhuysen, & Thé, 2006)

Ilustración 16. Cuatro fotografías de mosaicos en La Alhambra. Fotografía Daniela Eslava

3. FACHADAS CON MATERIAL CERÁMICO

La fachada es el envolvente, el revestimiento de toda edificación, es un elemento que en muchas ocasiones puede ser percibido como la piel y la cara externa que protege todo su interior. En sí mismo es un sistema que debe ser capaz cumplir con muchas funciones y requerimientos al mismo tiempo.

Como elemento de múltiples propiedades, sus características van ligadas con las soluciones que deben resolver: el uso, el emplazamiento (o las condiciones de clima), el diseño y los requerimientos técnicos específicos. Las soluciones son ideas y conceptos para dar inicio al diseño de la fachada, esta es el límite creado que separa el interior del exterior, la protección a la lluvia, al sol, el control lumínico y térmico.

Las fachadas moduladas, son ciertamente un interés, en cuanto a que los elementos que la conforman parten de una forma base y que se convierte en repetitiva, por lo general puede ser parte de un proceso industrializado. De cualquier manera, cada fachada es producida con características individuales en material, color, opacidad y/o transparencias, permeabilidad visual, lumínica y de aire.

Los materiales de la fachada, deben tener un conocimiento técnico para conocer sus propiedades como su resistencia y durabilidad. Es por eso que el desarrollo de nuevos materiales o la exploración de nuevas posibilidades de un material que ya se ha usado a través del tiempo, es fundamental para generar nuevas opciones e ideas de implementación.

La cerámica tiene un potencial de diseño extenso para nuevas aplicaciones gracias a la creatividad e innovación, su capacidad de generar variaciones en acabados y transformaciones en las piezas es muy útil para cubrir grandes superficies. Por eso la búsqueda de la evolución de la fachada genera más alternativas a través de un desarrollo multidisciplinar que pone en evidencia precisamente el potencial de nuevas pieles y estructuras. El desarrollo de la artesanía tradicional, nuevas tecnologías y producción industrializada abren nuevos caminos en la arquitectura.

Existen varios procesos de fabricación de los objetos cerámicos, puede ser por medio de la extrusión, la cual se elabora con un molde metálico que producen una sección longitudinal del material y este se va secando, el prensado a través de moldes y el colado, donde se vierte el material en un molde. Las piezas cerámicas que se buscan estudiar en este trabajo tienen una característica particular que es su volumetría y tridimensionalidad, las cuales se fabrican a través del prensado.

Conforme al tema de fabricación cerámico, es importante también mencionar el rol de las tecnologías de esmaltado, es de resaltar diferentes aspectos como la gran variedad en

policromía, propiedades antideslizantes, auto-limpiantes, superhidrofóbicos, propiedades de reflectantes para mantener el frío o el calor en el interior y reflejar la radiación solar en el exterior, fosforescente, fotocatalíticas, bactericidas, con efecto metalizado e iridiscencia, regulador de humedad en interiores, emisor de iones negativos, conductor eléctrico (electroestática y calefacción), fotovoltaico (experimental) entre otros. (Lázaro, 2016)

Partiendo de lo anterior, es posible realizar una clasificación en las fachadas cerámicas según el sistema de sujeción de las piezas.

Según (Bartolomé Álvaro, y otros, 2009) pueden ser diferenciados en tres grupos fundamentales:

Adherencia directa: se basan en adhesivos cementosos con una alta proporción de ligantes mixtos que garantizan un alto nivel de adherencia química en contraposición con el tradicional mortero de cemento y arena con adherencia mecánica.

Anclajes mecánicos: se basan en sistemas de anclaje más o menos complejos, que fijan la pieza cerámica a la fachada. Este tipo de sistemas utilizan elementos tales como subestructura, aislante, soporte, etc.

Anclajes mixtos:[...] consisten en combinar los dos sistemas anteriores, son usados cuando las piezas cerámicas superan las proporciones o los pesos convencionales, se combinan los dos sistemas para mayor seguridad.



Ilustración 17 Ejemplo de sistema apilado y adherencia directa, dinamismo visual.

Proyecto :Gantenbein Vineyard Facade, Fläsch, Switzerland, 2006 Non-Standardised Brick Façade. Gramazio & Kohler architects (architects., s.f.).



Ilustración 18 Ejemplo sistema apilado y adherencia directa. Biblioteca Virgilio Barco. Bogotá, Colombia. Fotografía Simon Bosch.

Por otro lado, en (Cerámica, 2009) se explican estos sistemas de sujeción según la siguiente clasificación en otros tres grupos:

Apiladas: Piezas sostenidas unas con otras ya sea por su peso propio o ajustado unas con otras para mantenerse firmes, se pueden presenciar de forma intercalada para efectos visuales o de estabilidad.

Ancladas: Piezas con una segunda estructura de fijación, la cual está oculta para que no se vea desde el exterior de la fachada. En cualquier caso, es necesario el desarrollo del diseño del sistema de anclaje para determinar los elementos de sujeción entre el respaldo de la pieza, la estructura del edificio y unas con otras.

Colgantes: Piezas suspendidas por cables, tienen un efecto visual de ligereza y flexibilidad, y que cumple también con su función de envolvente y filtro lumínico, visual y térmico.

De cualquier forma, definitivamente estas sujeciones están relacionadas unas con otras y según sea el caso se utilizan los mejores recursos para obtener el resultado esperado.

Acorde con lo anterior, se debe agregar que en varios casos está presente una subestructura para el anclaje de las piezas. Cada fachada puede tener sistemas de subestructura diferentes, ya que las piezas no serán las mismas y por lo tanto necesita soluciones distintas. Estas segundas estructuras pueden tener la singularidad de ser un elemento visible

para el espectador o a lo contrario, ser un elemento oculto.



Ilustración 19 Ejemplo de sistema anclado. Escuela de Magisterio. Ramón Fernández Alonso. Granada España 2012 (Alonso, s.f.)



Ilustración 20 Ejemplo de fachada cerámica con sistema colgante con cable de acero inoxidable. Xinjin Zhi Museum. Kengo Kuma. Chengdu, China, 2013 (Associates, s.f.)

Ahora bien, considerando todo lo mencionado anteriormente, todos los elementos de la fachada contribuyen al dinamismo visual de la misma. Si bien hay fachadas homogéneas en las piezas que emplean, hay otras que buscan justamente lo contrario. Algunas variables a considerar que se tendrán en cuenta para el estudio del Pabellón de España, son las siguientes:

- Composición: Disposición de los elementos que forman todo el conjunto.
- Formas: figuras geométricas regulares o irregulares, simetrías y asimetrías.
- Medida: el tamaño de las formas.
- Función: el propósito que cumple la pieza como por ejemplo en el caso de llenos, vacíos y celosías.
- Color: variación de tonos de colores.
- Textura: acabado en la superficie de la pieza.



Ilustración 21 Ejemplo de fachada con sistema colgante. Proyecto Ampliación Escuela Teresianas-Gaduxer Picharchitects. (Picharchitects, s.f.)

**4. PABELLÓN DE ESPAÑA,
EXPO 2005 EN AICHI,
JAPÓN.**



Ilustración 22 Fotografía Pabellón de España Expo2005, JP. (Cumella T. , 2016)

Los pabellones nacionales en las exposiciones internacionales además de exhibir distintos temas, conocimientos y tecnologías, sirven como medio para expresar a través de la arquitectura la identidad de un país.

“España tiene una posición única respecto a esta asignatura contemporánea ya que su propia tradición cultural creció desde la hibridación entre culturas judeo-cristianas que formaban Europa y la ocupación islámica en la Península Ibérica entre los siglos VIII y XV. Expresando este tema a través de arquitectura, intentamos conectar este legado histórico específico con una visión de futuro”⁵

4.1 Ficha Técnica:

Fecha: 2005
 Área: 2,400m²
 Presupuesto: £5.2 millón

Cliente:
 SEEI (Sociedad Estatal de Exposiciones Internacionales)

Arquitectos: Alejandro Zaera-Polo, Farshid Moussavi

Equipo: Kensuke Kishikawa, Nerea Calvillo, Izumi Kobayashi, Kenichi Matsuzawa,
 Consultoría: Ingenia Qed (Contenidos), Inypsa (Ejecución de proyecto)

⁵ (Cerámicas, s.f.)

4.2 Emplazamiento

La Expo 2005 Aichi fue la Exposición Especializada (Exposición Internacional) que se celebró entre el 25 de marzo y el 25 de septiembre del año 2005 (una duración de 185 días) en la Prefectura de Aichi, en las colinas orientales de Nagoya (Villa de Nagakute, ciudad de Toyota y ciudad de Seto). [23]

El nombre de la exposición es Exposición del amor a la Tierra y su lema, la sabiduría de la naturaleza. La Expo pretende mostrar las tecnologías más avanzadas, conceptos e ideas de nuevos sistemas sociales y estilos de vida con el fin de solucionar problemas.

Participaron 121 países además de Japón, donde las exposiciones participantes se agruparon en 6 diferentes áreas, sus instalaciones eran en módulos estandarizados (18x18x9 metros), los cuales pueden combinarse para aumentar su capacidad. Los módulos tienen como finalidad reducir costos, tiempos de construcción y respeto hacia el medio ambiente.

El pabellón de España está localizado en el Global Commons 3, ésta agrupación cuenta con 34 módulos, y es el lugar donde se llevaban a cabo grandes eventos. [24]



Ilustración 23 Ubicación de exposición 2005 en Japón.



Ilustración 24 Expo 2005, Aichi Japón (Expo2005, s.f.).

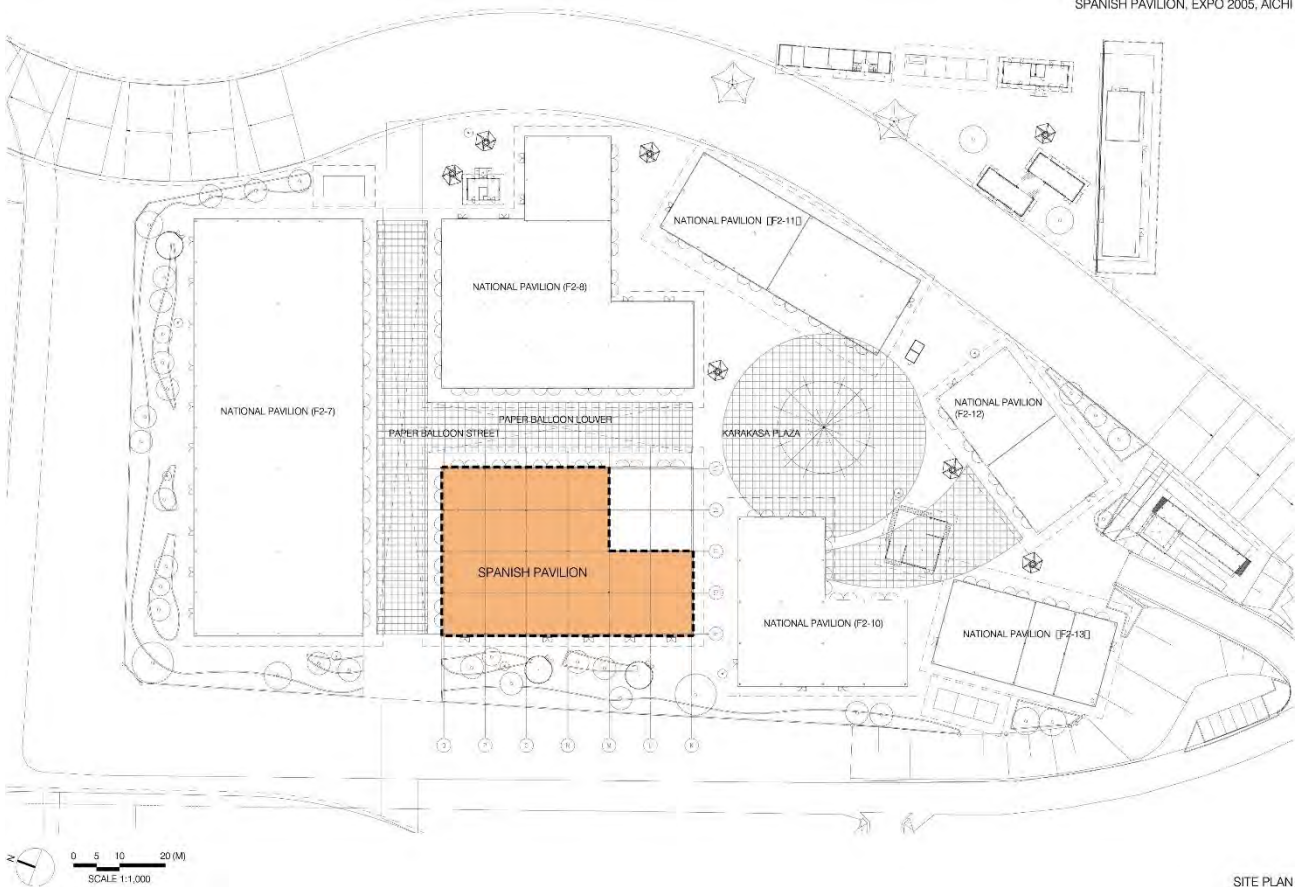


Ilustración 25 Ubicación del Pabellón de España en Global Commons 3. Plano de (AZPML)

SITE PLAN

4.3 Descripción del proyecto, planimetría.

El pabellón en primera planta, está formado por un espacio central, nombrado como un domo patio, el cual tiene un escenario móvil tal como se ve en la fotografía [26,27]. A partir de este se conectan directamente cinco salas de exhibición.

También cuenta con una sala para artistas, una tienda, un bar, baños, cocina, cuarto de máquinas, cuarto de almacenamiento, cuartos complementarios a las salas de exhibición y lugar para casilleros. [28]

En cuanto a la segunda planta, se encuentra una sala de lectura, una sala multipropósito, ambas conectadas entre sí y por corredores externos, adicionalmente hay una despensa, baños y las áreas de oficina y recepción. Las conexiones verticales del pabellón están dadas por dos escaleras y por un ascensor. [29]

Como se ve en la sección la nave central es la más grande y cuenta con una doble altura, el área que ocupa también es considerablemente mayor a las otras salas de exposición. [30]

En el pabellón, el vacío central, según (design, s.f.) hace referencia por un lado a las naves románicas y góticas, con predominancia vertical, y cuya monumentalidad se consigue mediante tamaño, mediante la desproporción entre el espacio y el visitante. La nave eclesiástica da acceso a las capillas, en las que se concentran los “contenidos” más

específicos, los “tesoros”, las exhibiciones... Frente a este modelo de la nave eclesiástica retomamos la tipología-y la topología-del patio, otro modelo de origen mediterráneo-medio-oriental en el que un espacio exterior de escala más íntima actúa como distribuidor de la estructura doméstica.



Ilustración 3 Fotografía del Patio. (Imandra, s.f.)



Ilustración 27 Fotografía Sala de Exhibición. (AZPML)

4.3.1 Plantas Arquitectónicas

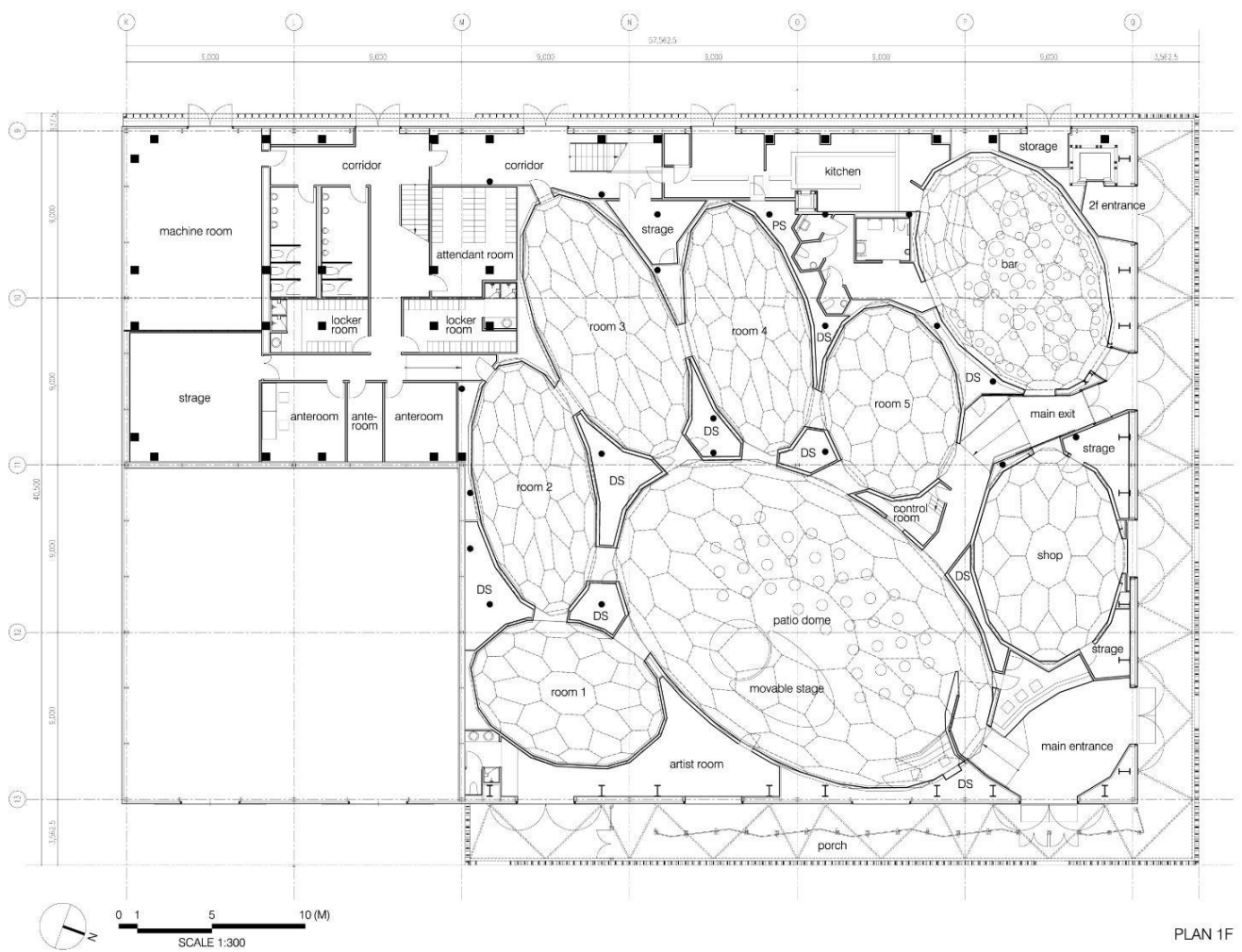
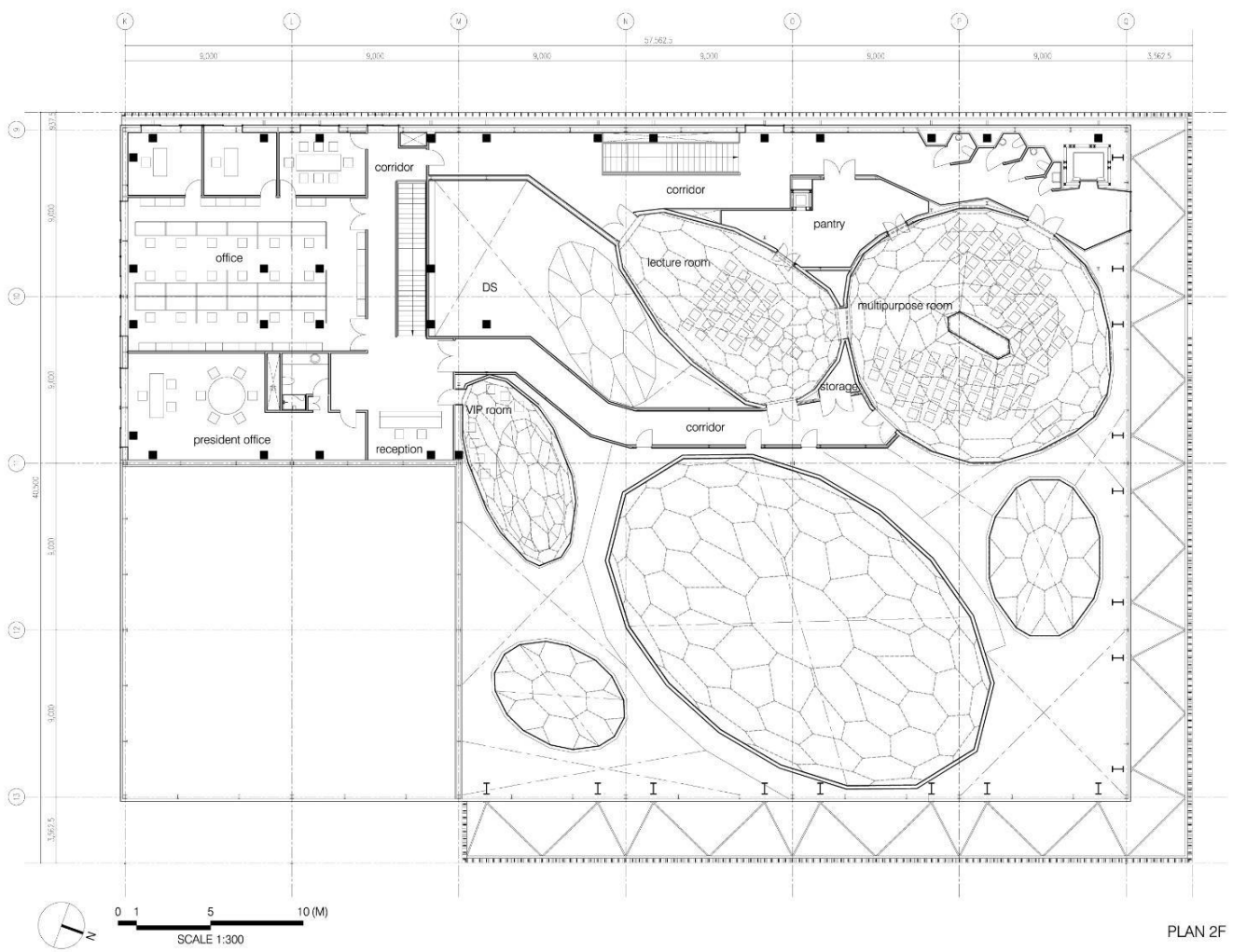


Ilustración 28 Planta primera. (AZPML)

PLAN 1F



PLAN 2F

Ilustración 29 Planta Segunda.

4.3.2 Secciones

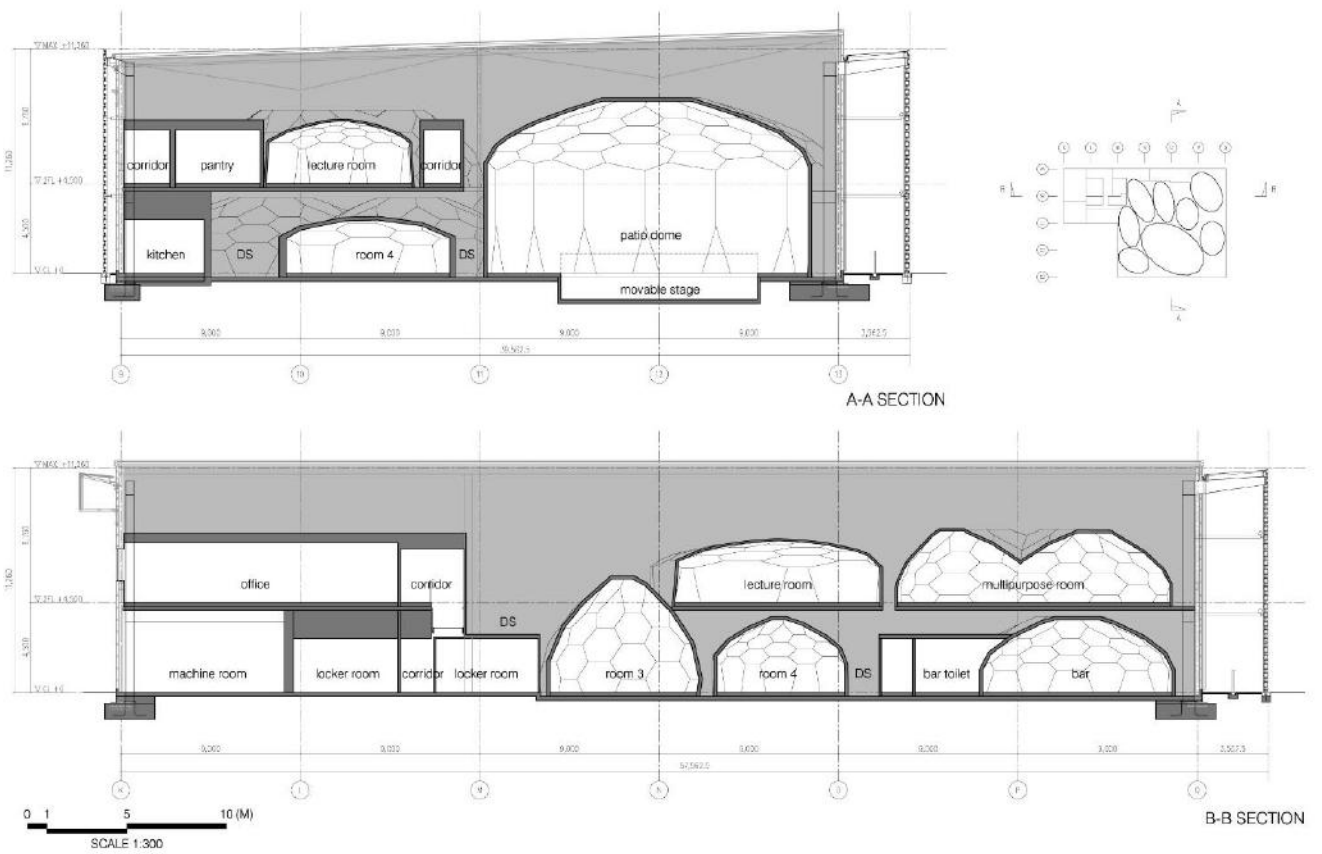
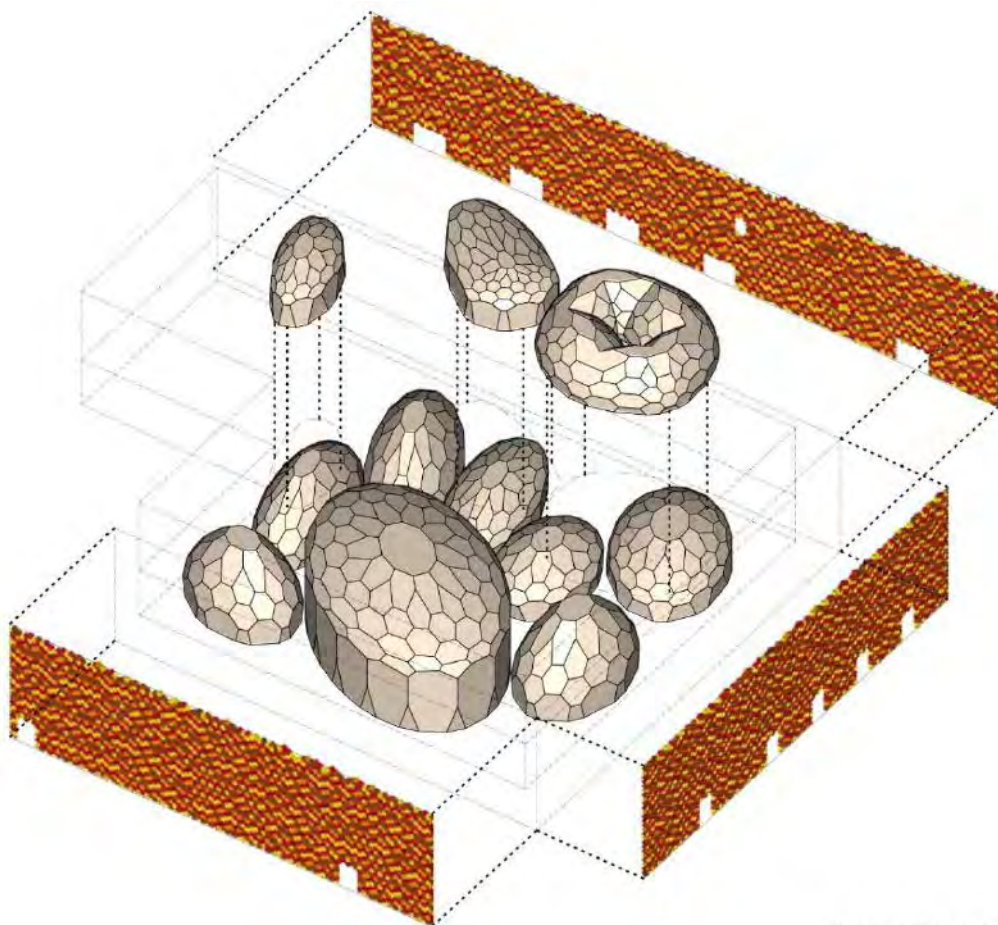


Ilustración 30 Dos secciones del pabellón. (AZPML)

4.3.3 Axonometría



EXPLODED AXONOMETRIC

Ilustración 31 Axonometría Explotada. Muestra las tres fachadas del pabellón y los domos interiores. (AZPML)

5. LA FACHADA: EL LLENO

5.1 Fachadas

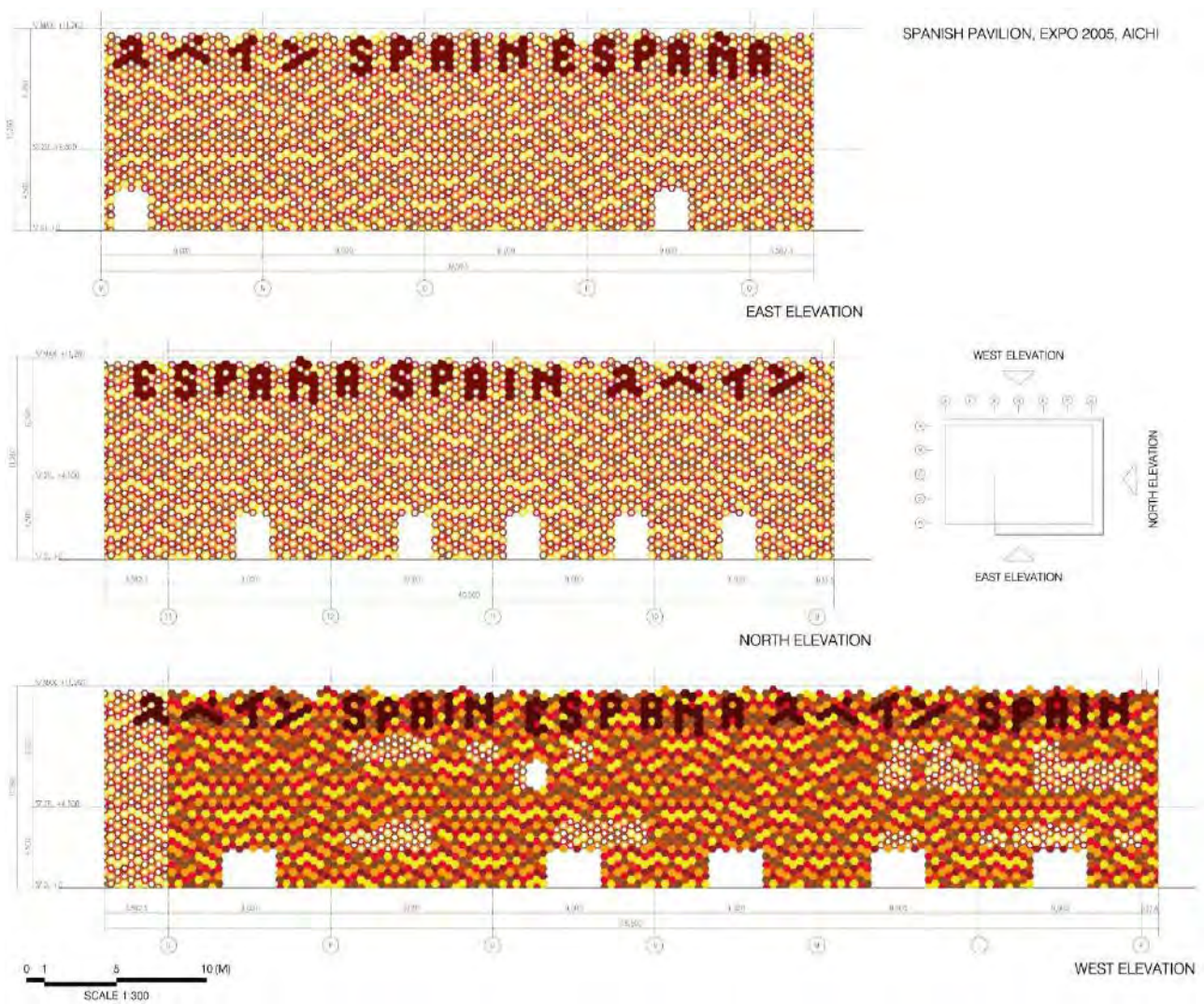


Ilustración 32 Planos de fachadas. (AZPML)

La fachada del pabellón es una gran pared que lo envuelve, está compuesta por piezas de cerámica que tiene distintas particularidades, lo que la convierte en un elemento muy interesante de estudiar por su dinamismo. [32]

En primer lugar, dos de sus fachadas, la norte y la fachada este, se encuentran separadas del volumen donde se desarrolla todo, y por tal motivo se genera un corredor con, el cual es un espacio intermedio que les brinda transición a las personas del exterior al interior. Este intersticio es un espacio cubierto por una membrana y es un lugar desde el cual también se pueden apreciar las mismas piezas de la fachada. Mientras que la tercera fachada no está dilatada del volumen del pabellón y por tanto no se presenta el espacio de corredor.

Considerando lo anterior, es posible obtener otras diferencias entre las fachadas, la norte y este cuentan con accesos principales al pabellón, mientras que la oeste no. Así mismo, lo anterior se puede relacionar con que las primeras dos (norte y este), tienen una fachada en donde predomina principalmente las piezas huecas que conforman la celosía (a excepción de las piezas que configuran las letras de España en la parte superior de la fachada). En cambio, en la fachada oeste, predominan las piezas planas y las piezas de celosía aparecen en una esquina y aleatoriamente en el resto de la superficie. Esta última cara del edificio también cuenta con las mismas piezas que configuran el nombre del país en la parte superior de la fachada, el nombre se encuentra en castellano, inglés y japonés.

5.2 Las piezas.

El material de las piezas es terracota esmaltado, el proyecto cuenta con un total de 15.000 piezas cerámicas de forma hexagonal, de las cuales 4.000 son planas, estas fueron producidas en una fábrica de Japón y las 11.000 piezas restantes también con forma hexagonal, pero huecas para la celosía, fueron fabricadas artesanalmente en España por Cerámica Cumella y Cerámica Decorativa.

Todas las piezas tienen forma hexagonal irregular, a partir de esto, son diferenciadas en varios tipos. En la producción son numeradas como 1R, 1L, 2R, 2L, 3R, 3L y esquinera, cada una de ellas tiene dos colores correspondientes y la esquinera varía de color.

Teniendo en cuenta esto, se estudian a continuación las características de los dos tipos de piezas por separado.

Piezas hexagonales huecas:

Como es mencionado anteriormente existen 3 tipos de piezas hexagonales, y cada una tiene la referencia de ser derecha (R) o izquierda (L), es decir que las tres tienen sus piezas simétricas.



Ilustración 35 Fotografía Pabellón España 2005. (Zeballos, 2010)

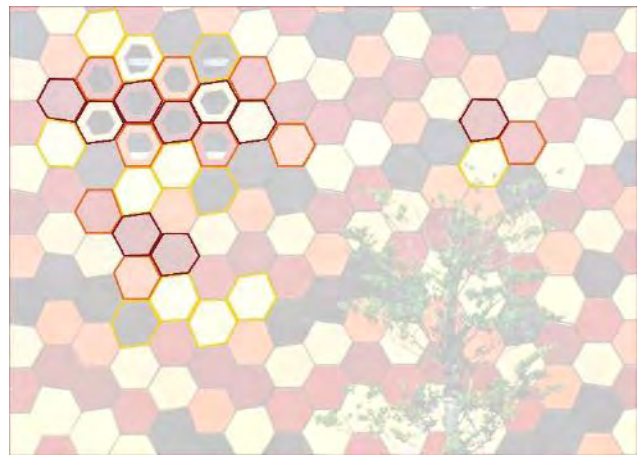
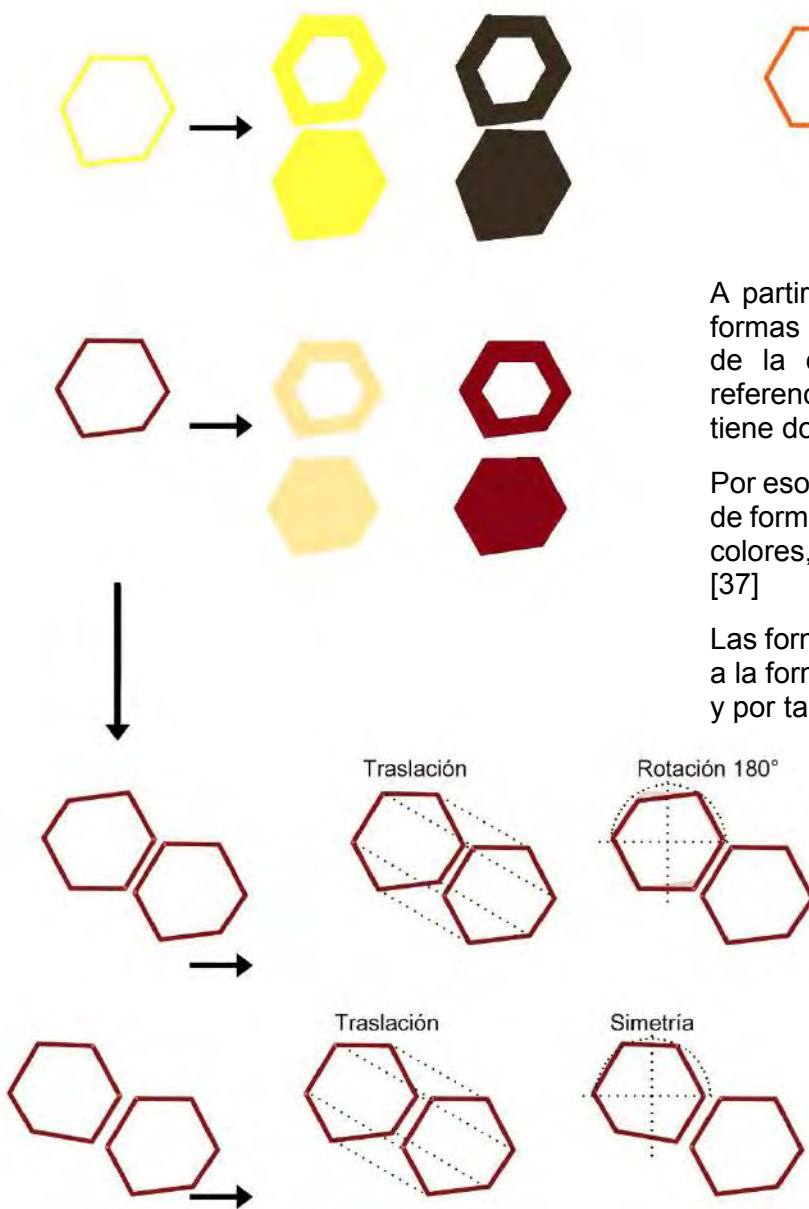


Ilustración 36 Interpretación y análisis de formas. Elaboración propia.



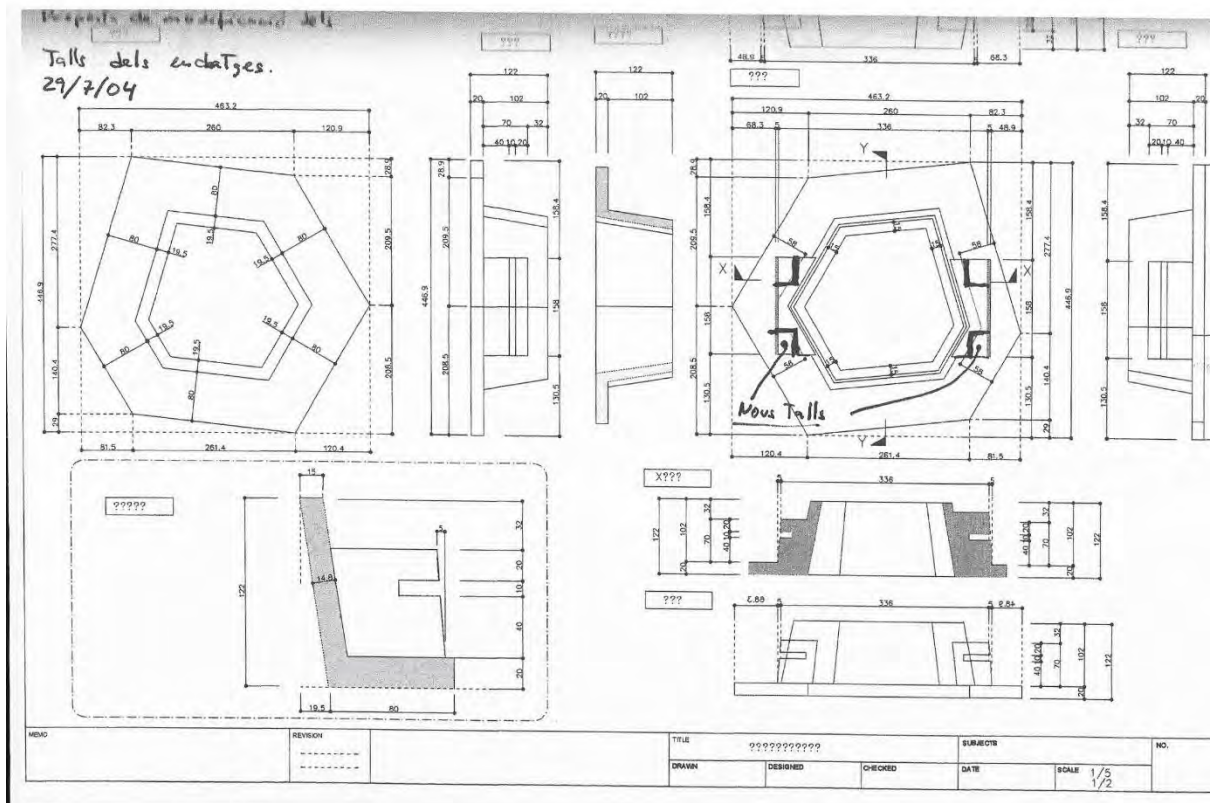
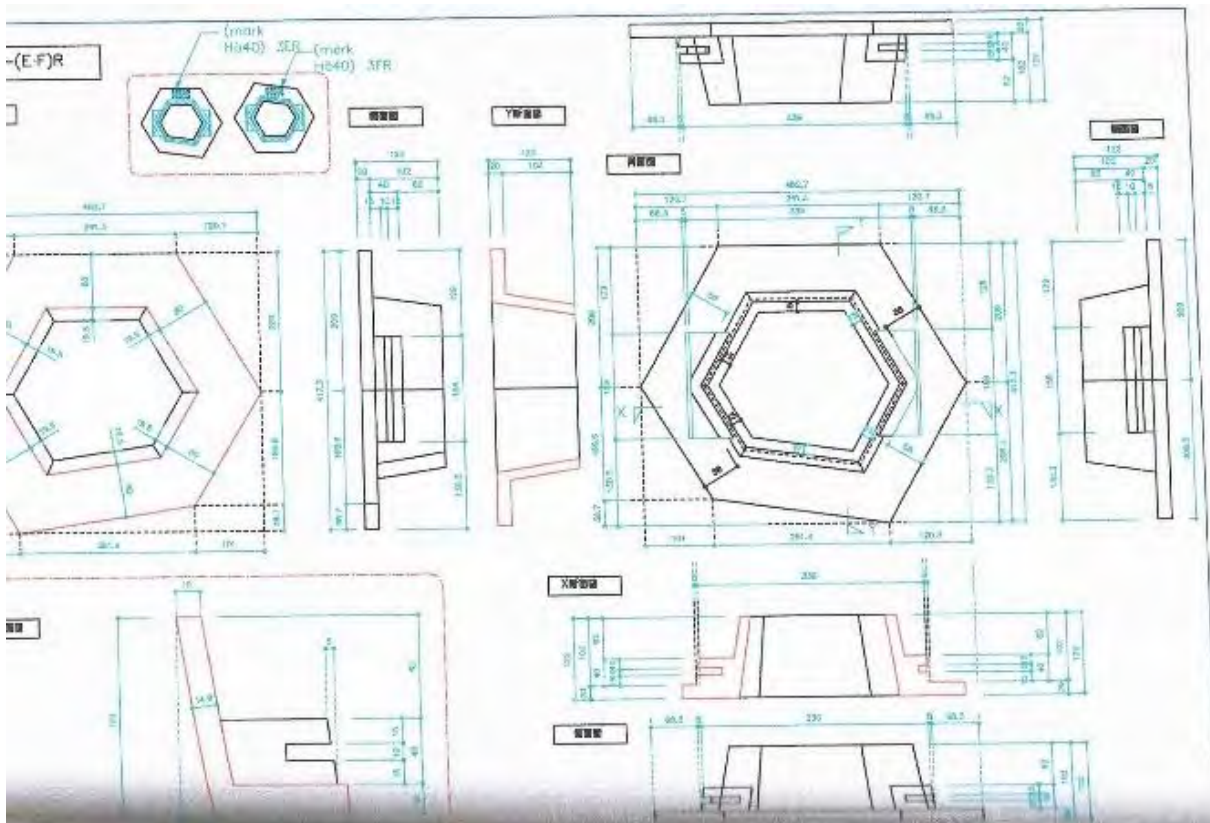
A partir de la fotografía se resaltan las tres formas hexagonales para entender el juego de la composición con las piezas. Cada referencia de derecha o izquierda en su tipo, tiene dos colores. [36]

Por eso, aquí son representados los tres tipos de formas de la fachada, con los dos posibles colores, y las dos variables de hueco y plano. [37]

Las formas de las piezas huecas es la misma a la forma de las piezas planas según su tipo y por tanto color.

En la composición de la fachada, cada tipo de pieza puede variar en cuanto a la disposición, algunas veces las piezas son solamente trasladadas, pero en otras ocasiones es un proceso más complejo, por lo cual se pueden presentar estos dos casos: A) Traslación y Rotación: B) traslación y Reflexión para obtener su pieza simétrica (sin descartar posibles rotaciones).

Ilustración 37 Interpretación de las piezas. Elaboración propia



Il·lustración 38 Planos de pieza hexagonal. Detalles para su fabricación (Cumella T. , 2016)

La pieza de la esquina es una pieza especial que recibe a cada lado los otros elementos hexagonales, su diseño es preciso para que todos los elementos encajen. Por el frente del edificio, la pieza esquinera tiene un prensado para darle un efecto de bajo relieve, que lo asemeja a la pieza hueca, sin embargo, está si cuenta con un fondo por lo cual no es de carácter de celosía. En su cara interna, debido a la complejidad y a la irregularidad de la pieza, la solución dada es a través del uso de piezas planas para que finalmente encaje con las laterales y siga la composición de la fachada. [39,40]



Ilustración 39 Fotografía esquina desde el interior.



Ilustración 40 Fotografía de la esquina desde el exterior. (AZPML)



Ilustración 41 Fotografía Daniela Eslava. Piezas hexagonales esquineras de fachada. Exposición De Obra. Cerámica Aplicada a la arquitectura.



Ilustración 42 Render de piezas en esquina. La vista en planta, vista exterior y vista interior muestran la colocación de las piezas de esquina, hacia el exterior son seguidas de piezas huecas y en su interior están cerradas por piezas planas. (Cumella T. , 2016)



5.3 Los colores

En la producción de las piezas, primero se manejan unas referencias de colores Pantone y a partir de estas se elaboran unas muestras de esmaltes de colores propios para la aplicación sobre las piezas. Las muestras se elaboran sobre material cerámico en pequeños cilindros y en superficie plana, como se puede observar en la fotografía [44], para así valorar su acabado final.

Las piezas son de seis colores diferentes, los que se pueden definir como una gama de colores cálidos, estos son el amarillo, salmón, naranja, rojo, rojo oscuro y marrón.

En la producción de las piezas, como se puede observar en la tabla, [45] se relaciona en el proceso de fabricación teniendo en cuenta, por un lado, la referencia de la pieza (1, 2, 3 y esquinera), el sentido de la pieza (derecha o izquierda), el color y el número de piezas a fabricar. Es decir que cada pieza hexagonal contaba con dos colores, y las esquineras tenían variaciones en los seis. De cada referencia se fabricaron 1010 piezas y 90 esquineras.



Ilustración 445 Fotografía (Cumella T., 2016). Muestras de colores de esmaltes

Ceramic Façade Schedule (3Type Case)					
Mould Type					City
East/North Façade					
1	Hollow 1	R - Back	Collor A	GROC	1010
1	Hollow 1	R - Back	Collor B	MARRÓ	1010
2	Hollow 1	L - Face	Collor A	GROC	1010
2	Hollow 1	L - Face	Collor B	MARRÓ	1010
3	Hollow 2	R - Back	Collor C	VERMELL	1010
3	Hollow 2	R - Back	Collor D	TARONJA	1010
4	Hollow 2	L - Face	Collor C	VERMELL	1010
4	Hollow 2	L - Face	Collor D	TARONJA	1010
5	Hollow 3	R - Back	Collor E	ROIG FOISC	1010
5	Hollow 3	R - Back	Collor F	SALMÓ	1010
6	Hollow 3	L - Face	Collor E	ROIG FOISC	1010
6	Hollow 3	L - Face	Collor F	SALMÓ	1010
7	Hollow Hexagonal	Face/Back	Collor A-F		30
8	Hollow Corner	-	Collor A-F		90

Ilustración 45 Programa de fachada cerámica. (Cumella T., 2016)

5.4 Análisis de composición de fachada por colores

A simple vista en las fotografías y en los planos de las tres fachadas es imposible distinguir un orden de las piezas, una secuencia o un patrón por la forma o el color y parece ser una composición completamente aleatoria. Sin embargo, para entender de una manera más clara su composición, en este trabajo se realiza un proceso para desglosar por colores (según los planos de las fachadas), los cuales referencian directamente a los distintos tipos de pieza. A partir de este estudio, se pueden observar algunas características y comportamientos similares en la disposición de

las piezas del mismo color y las posibles relaciones entre colores.

En el desglose se realiza una clasificación de la siguiente manera: las piezas planas que conforman las letras y los 6 colores entre piezas planas y huecas.

En el primer grupo, las letras que le dan el nombre a España en tres idiomas, está siempre puesto en la parte superior de la fachada y ocupan hasta 5 piezas hexagonales en sentido vertical alcanzando 2.4 metros aproximadamente de altura en cada letra y siempre del mismo color. [46]



Ilustración 46 Piezas que conforman las letras en las fachadas. Elaboración propia



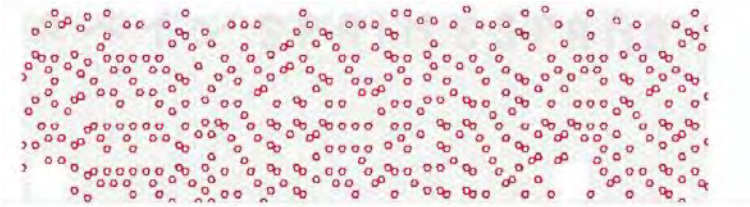
Las piezas de color amarillo tienen como característica su predominancia por una disposición horizontal, es decir que es posible ver como siguen varias “guías invisibles” horizontales a pesar que en algunas ocasiones hay unas piezas que están arriba o abajo.



Las piezas naranjas también tienen la singularidad de estar guiadas horizontalmente y por tal motivo se pueden leer como líneas que en relación con las amarillas son paralelas.



Ilustración 47 Secuencia de piezas Color Amarillo y Naranja. Elaboración Propia



A diferencia de los dos anteriores, en el caso de las piezas de color rojo hay movimientos tanto en el eje horizontal como en el vertical, lo que hasta cierto punto le da una apariencia aleatoria y su resultado visible se puede describir como ondas.



El ritmo que se presenta en los hexágonos rojos oscuros vuelven a retomar principalmente una continuidad horizontal y paralela en su colocación.

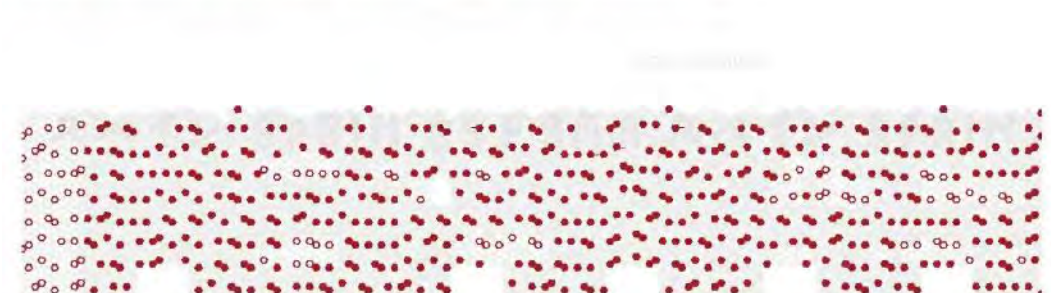
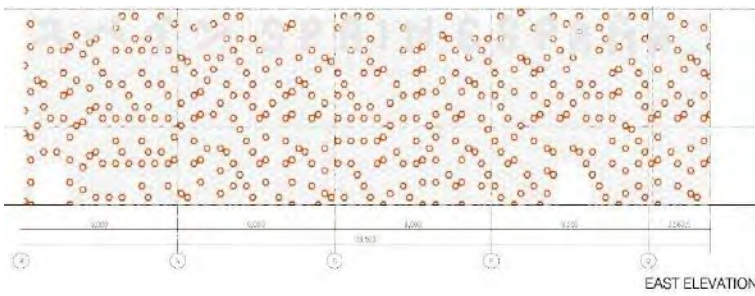
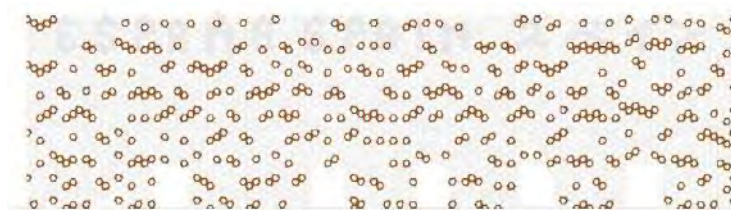
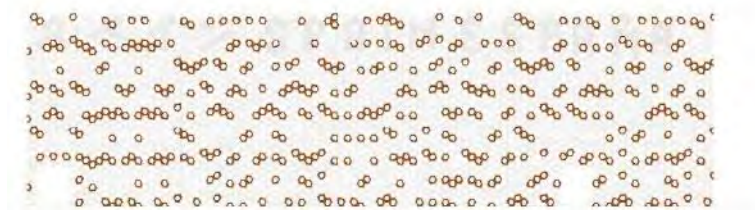
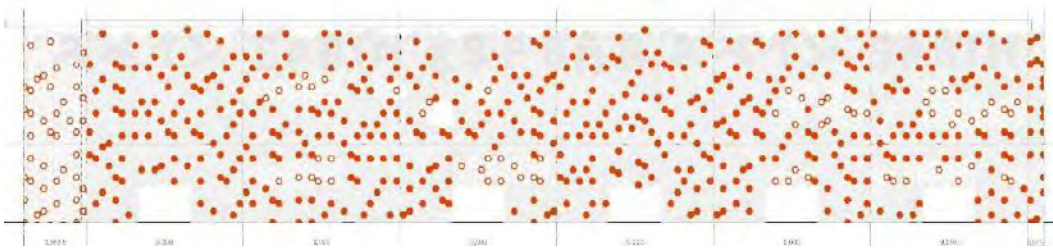
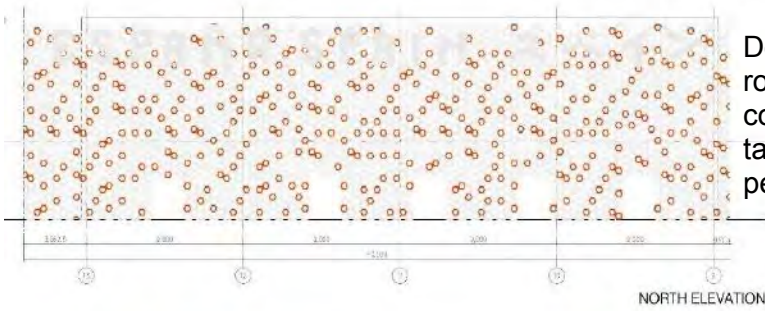


Ilustración 48 Secuencia de piezas Color Rojo y Rojo oscuro. Elaboración Propia



De similares características a las piezas rojas, las de color salmón tampoco conserva una horizontalidad clara, y por tanto se forman varias diagonales que se perciben como formas onduladas.



Por último, las piezas marrones manifiestan una organización horizontal sin embargo tiene la particularidad de formar diagonales con pocos hexágonos dando la apariencia de pequeños triángulos.

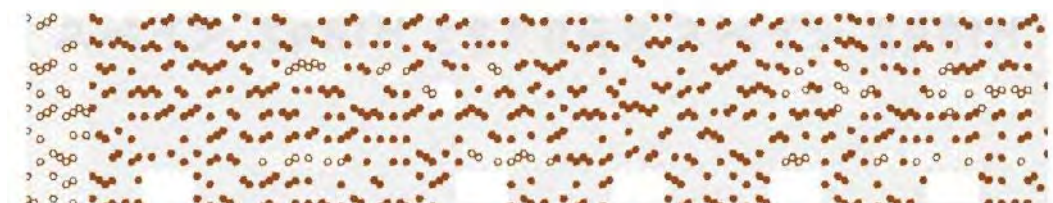


Ilustración 49 Secuencia de piezas Color Salmón y Marrón. Elaboración Propia

Con respecto a lo anterior, otras características se pueden ver al relacionar los colores entre ellos, y es así como es posible describir ciertas pautas que se marcan en la composición cromática de la teselación con las piezas cerámicas, de ahí los siguientes casos:

-Naranja - Amarillo:

Las piezas de estos colores conservan una tendencia horizontal y por tanto son paralelas unas con otras. Cada franja de color es independiente y no se encuentran en contacto sino en pocos casos.

-Naranja – Rojo:

Las piezas de estos dos colores se relacionan de forma más directa y tienden a tener contacto principalmente en sentido vertical, algunas veces las naranjas se encuentran arriba de las rojas y en otros casos es al contrario.

-Naranja – Rojo Oscuro:

La relación que hay entre las piezas de estos dos colores es en sentido horizontal pero no de forma paralela sino que tienden a compartir un mismo “eje” dando así una apariencia de cadena intercalada de color.

-Naranja – Salmón:

Al mezclarse con la horizontalidad de las naranjas y las variaciones de los salmones no horizontales, se produce también un efecto

visual de cadena visual pero que asemeja estar en movimiento.

-Naranja – Marrón:

Estas son paralelas unas con otras y comparten en muchas ocasiones aristas, su percepción visual es que las marrones se encuentran entre las franjas de las de color naranjas.

-Amarillo – Rojo:

Un color parece estar entre el otro, puntualmente en este caso, el amarillo está contenido entre los rojos. Se juega con la singularidad del paralelismo de las amarillas y con la dinámica ondulada de las rojas, donde un gran número de piezas comparten sobre todo las aristas superiores e inferiores.

-Amarillo – Rojo Oscuro:

Al igual que con el color Rojo, los hexágonos amarillos tienen la apariencia de estar en el medio de las rojas oscuras. Ambos colores son predominantes horizontalmente.

-Amarillo – Salmón:

Son colores mezclados por la horizontalidad que forma el amarillo y la dinámica de ondas del salmón, algunas veces en adyacentes pero que mayormente actúan como elementos independientes.

-Amarillo – Marrón:

La mayoría de estas se encuentran conectadas a través de las aristas laterales. Similar a otras casos de relación de los colores, aquí la diferencia es que no tiene la característica de estar intercalada casi que uno a uno sino que el proceso de intercalado es principalmente con agrupaciones poco numerosas de piezas del mismo color.

-Rojo – Rojo Oscuro:

Los dos colores se conectan sobre sus lados formando algunas líneas en diagonales y otras más de carácter horizontal. Debido a que se complementan directamente como en cadena, presentan un comportamiento muy similar en relación con el amarillo.

-Rojo-Salmón:

Las piezas de estos dos colores no son contiguas unas con otras y reafirman su carácter aleatorio de formar aparentemente ondas.

-Rojo – Marrón:

Los dos colores son mayormente independientes a lo largo de la fachada, aun así en algunas partes se unen para complementarse sin representar una gran cantidad de piezas de los dos colores juntas.

-Marrón – Salmón:

Los hexágonos de estos dos colores siempre están dispuestos de forma lindante.

-Rojo Oscuro - Salmón:

Muy similar a la condición del naranja – rojo oscuro, tienen una organización vertical al compartir básicamente sus lados superiores e inferiores.

-Rojo Oscuro – Marrón:

Algunas de las piezas se encuentran en sus lados, pero la mayoría de veces siguen una disposición independiente y no están en contacto.



Naranja - Amarillo

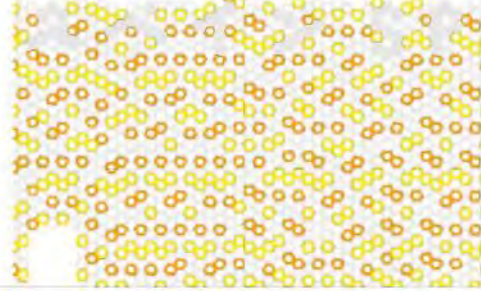
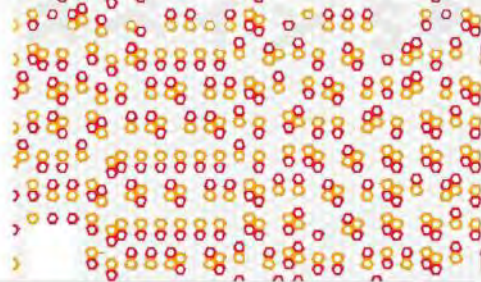
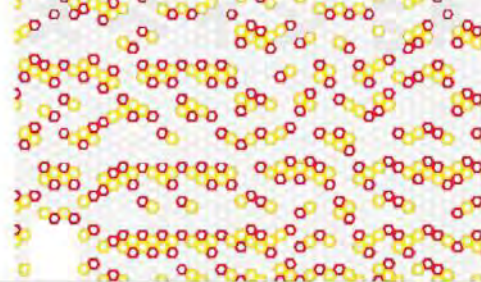


Ilustración 50 Relaciones entre las piezas según colores. Elaboración propia.

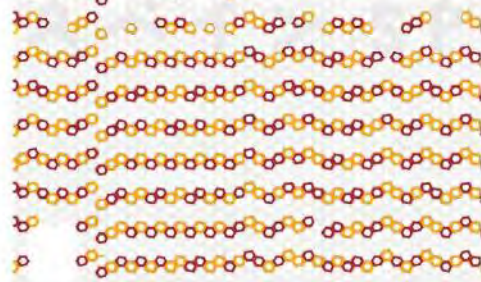
Naranja - Rojo



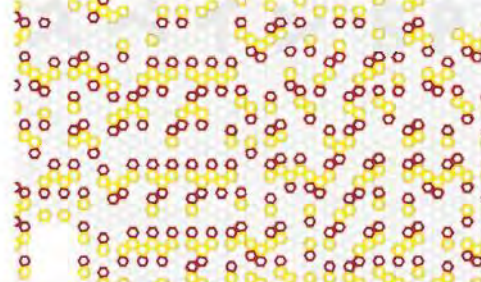
Amarillo - Rojo



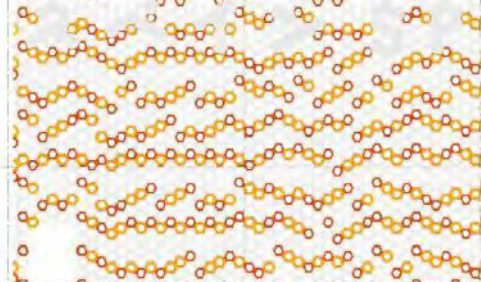
Naranja - Rojo Oscuro



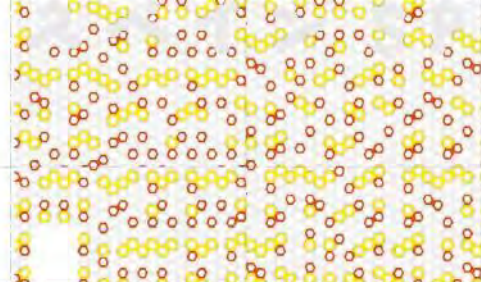
Amarillo - Rojo Oscuro



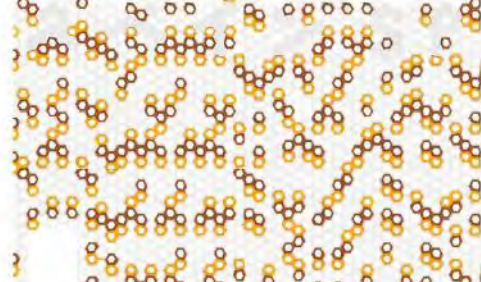
Naranja - Salmón



Amarillo - Salmón



Naranja - Marrón



Amarillo - Marrón

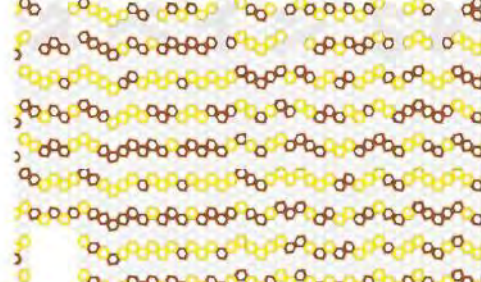
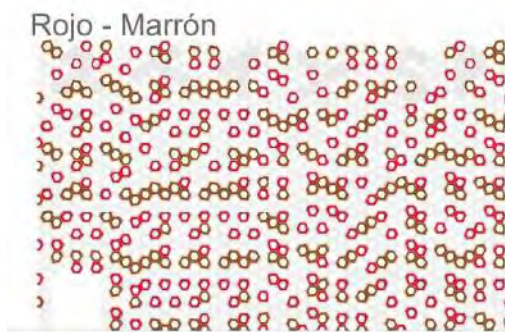
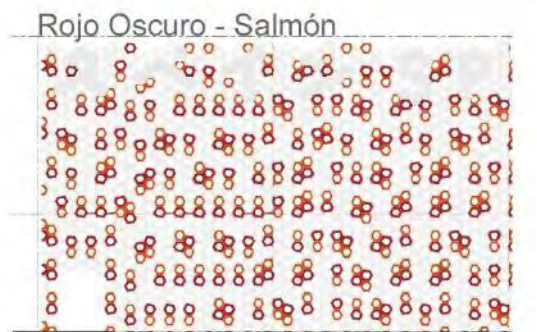
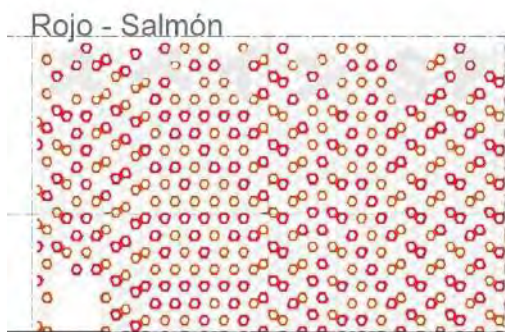
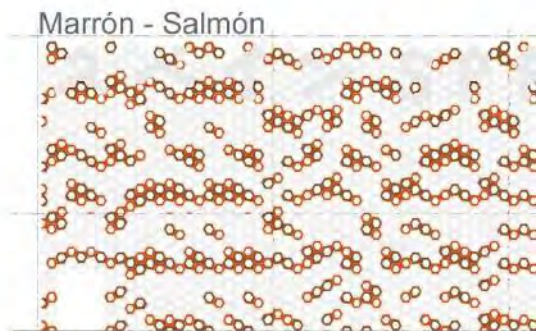
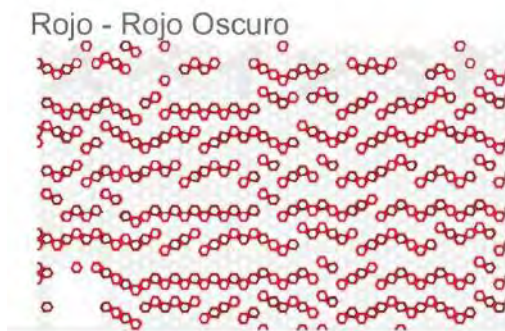


Ilustración 51 Relaciones entre las piezas según colores. Elaboración propia.



5.5 Procedimiento de fabricación.

El procedimiento de fabricación de las piezas está basado principalmente en 4 pasos.

El primero es el prensado del terracota, en este paso hay una singularidad en las piezas huecas debido a que primero la pieza es cerrada, y luego de prensarla se corta la parte de arriba con un hilo de acero que va de lado a lado, de esta forma se quita el tapón de arriba y queda con la forma hueca que se busca, se realiza de esta manera para que la pieza no se deformara por la extracción del molde. [52, 53]

En segundo lugar, se lleva a cabo el secado, después del secado se elaboran las ranuras laterales (las cuales son realizadas para la sujeción de las piezas al sistema estructural). Debido a que cuando ya está seca ha encogido, es decir que tiene una contracción por la pérdida de agua y de este modo se tiene más precisión de la situación, las ranuras se fresan con un disco.

Seguido de esto, se procede a esmaltar con una pistola de aire de manera manual. Finalmente, el paso de la cocción, el cual fue ejecutado a una temperatura de 1050 °C, la duración fue de diez horas y media de subida y 12 horas y media de enfriamiento, el total de horas es de veintitrés horas para tener las piezas frías. [55]



Ilustración 52 Prensado de pieza. (Cumella T. , 2016)



Ilustración 53 Corte de superficie para que el resultado de la pieza sea sin fondo. (Cumella T. , 2016)



Ilustración 54 Prensa para pieza esquinera. (Cumella T., 2016)

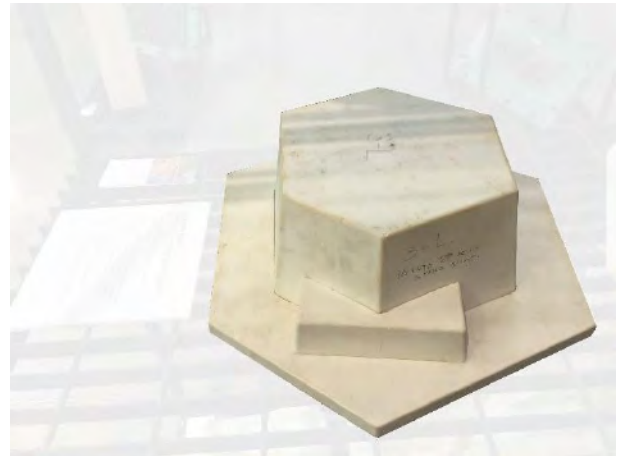


Ilustración 56 Modelo pieza hexagonal. Exposición De Obra. Cerámica Aplicada a la arquitectura. Fotografía Daniela Eslava

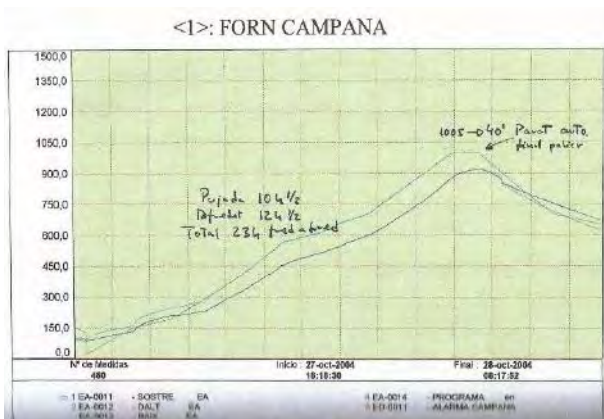


Ilustración 55 Gráfica tiempo/ temperatura de las piezas en el horno. (Cumella T., 2016)



Ilustración 57 Modelo pieza esquinera. Exposición De Obra. Cerámica Aplicada a la arquitectura. Fotografía Daniela Eslava

5.6 Sistema de sujeción

De la pieza:

La fachada está soportada con una estructura oculta que sostiene todos los elementos cerámicos de la fachada. Este sistema estructural está especialmente diseñado para cumplir con las necesidades específicas del proyecto, dado a su singularidad de piezas. Cada pieza, como es explicado anteriormente, tiene unas ranuras que le dan espacio al sistema de sujeción.

La estructura de acero inoxidable cuenta perfiles verticales de 9x150 mm, estos están puestos cada 375 mm y se complementa con unos elementos ubicados de forma horizontal, los cuales le permiten rigidizar todo el entramado de la estructura, los mismos según el detalle [58], se encuentran cada tres piezas hexagonales, lo que podría ser aproximadamente cada 1.3 m.

Adicionalmente, de estos perfiles surgen los anclajes que se aseguran a la estructura y el anclaje que sujeta la pieza cerámica (a través de su ranura) acompañado de tornillos que permiten ajustar los niveles.

Del edificio:

Por otro lado, es importante mencionar que hay otro elemento estructural muy significativo, el cual se observa en las áreas que ya se han descrito anteriormente como los corredores que aparecen entre la nueva piel cerámica y el muro existente del pabellón [61, 62]. Detrás del muro existente se encuentran unas columnas metálicas con sección en H (de 600x300x12x9) las cuales reciben dos tipos de elementos estructurales, una tubular y una de sección "H", ambas en forma de cercha en disposición horizontal.

En primer lugar, las estructuras tubulares de 89.1 Øx4.2 están situadas a dos niveles, a 4 y a 8 metros de altura, éstas son recibidas por una vigueta de sección H (125x125x6.5x9) que a su vez se amarran con una platina al sistema de sujeción de las piezas cerámicas.

Seguido de esto, se observa otro tipo de estructura a una altura de 11 metros, ésta estructura a diferencia de la otra, tiene dimensiones mucho mayores, es un perfil lpe de sección H (700x300x12x19), la cual es recibida por otra perimetral que finalmente liga todo el conjunto de las piezas cerámicas al edificio.

Finalmente, en la sección es visible una cubierta en membrana, que es la que cubre parte del perímetro del edificio existente y lo vincula a la nueva fachada.

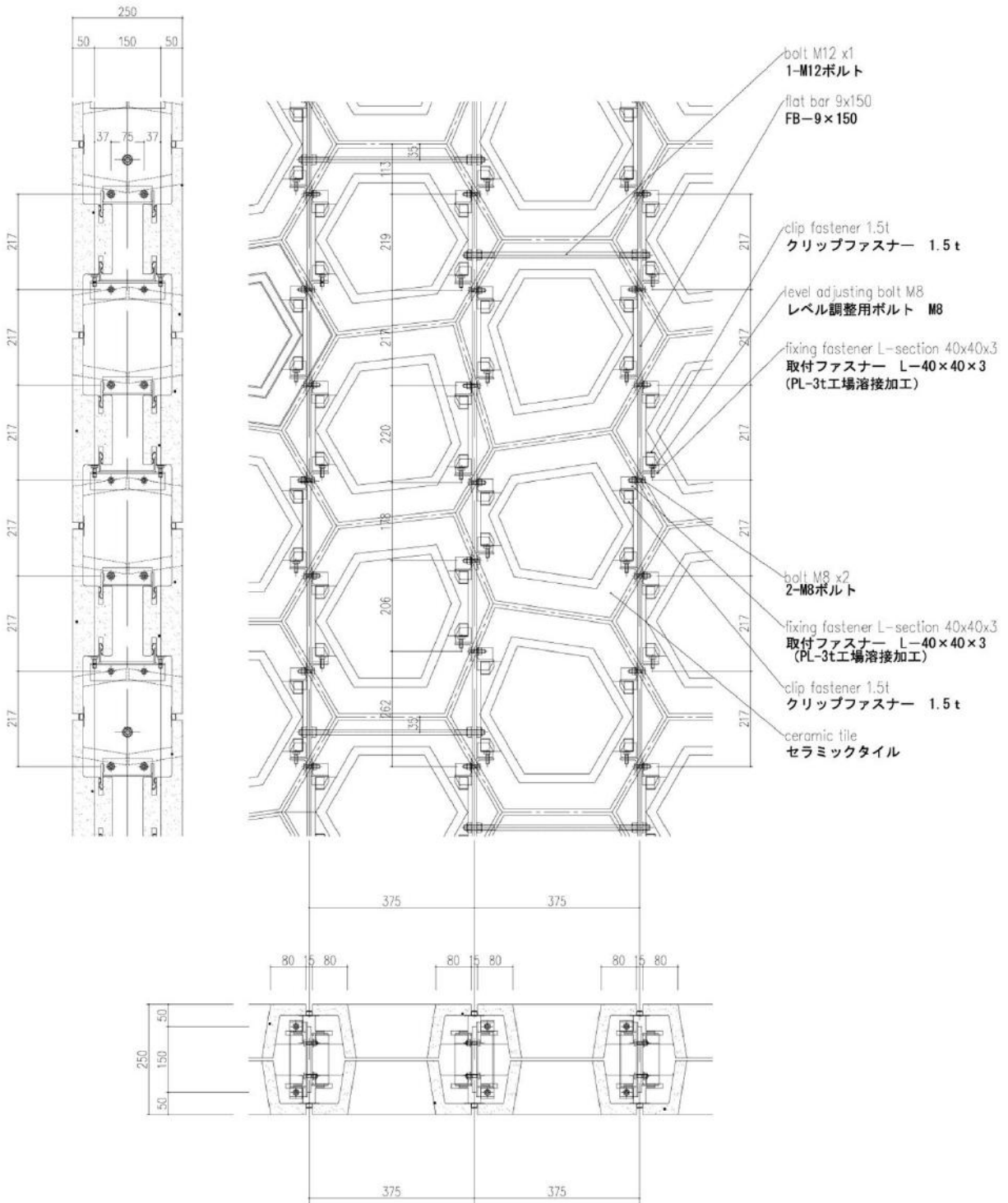


Ilustración 58 Detalle de sujeción en la pieza cerámica. (AZPML)

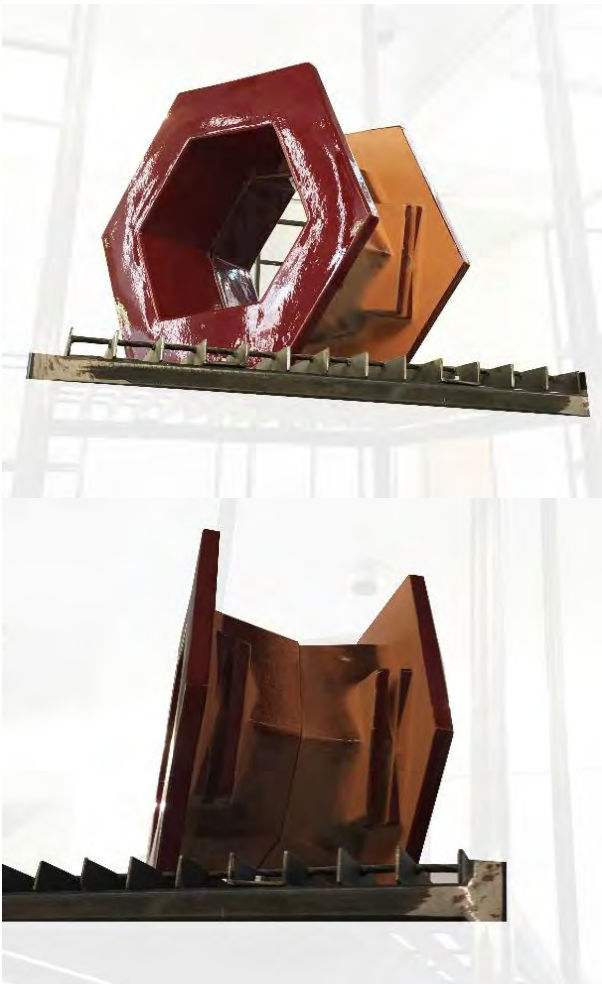


Ilustración 59 Piezas hexagonales. Se observan las ranuras para la sujeción al sistema estructural. Exposición De Obra. Cerámica Aplicada a la arquitectura. Fotografía Daniela Eslava.



Ilustración 60 Sujeción de las piezas de esquina a través de las ranuras y los anclajes puntuales sobre las mismas. Exposición De Obra. Cerámica Aplicada a la arquitectura. Museo del Diseño de Barcelona. Fotografía Daniela Eslava.

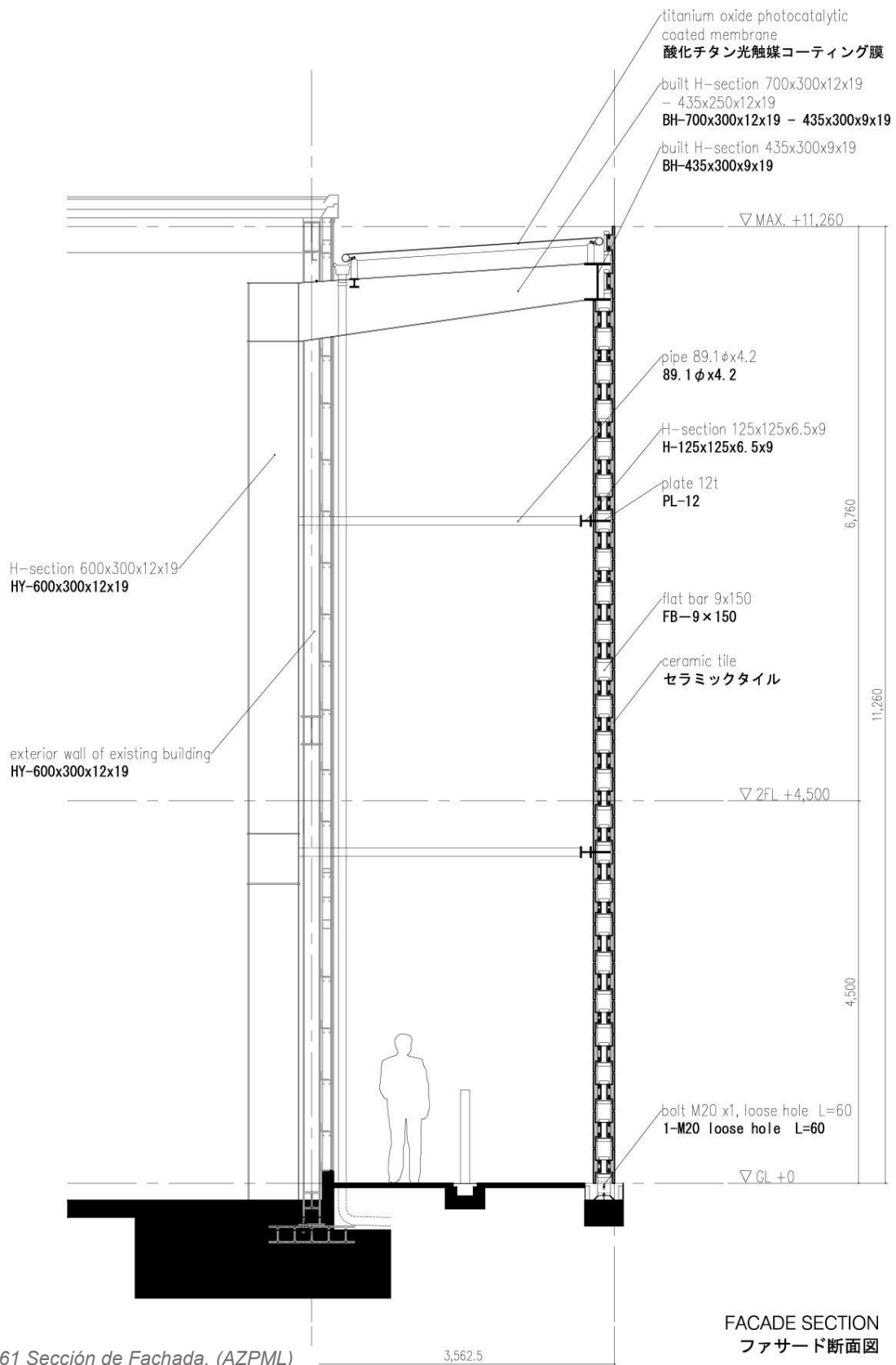


Ilustración 61 Sección de Fachada. (AZPML)



Ilustración 62 Fotografía desde el interior d la fachada cerámica. (AZPML)

6. LA FACHADA: EL VACÍO

6.1 Análisis aperturas de los accesos.

Debido a que las piezas hexagonales son las que forman toda la unidad de fachada, es importante la solución que se da para realizar las aperturas, en este caso se observa como son realizadas en los accesos al pabellón.

Los accesos no tienen un corte recto sino que continúa con la línea irregular que otorga cada pieza colocada. [63]

Cada una de las tres fachadas tiene un módulo de puerta diferente, aunque su solución es parecida, sus dimensiones varían en la cantidad de módulos de piezas sustraídos es distinto. [64]

Partiendo de los planos de elevaciones, se realiza una comparación entre las puertas, las principales diferencias que se pueden verificar son respecto a la altura y al ancho.

Respecto a la altura, la Oeste es la más baja, seguida de la Este, siendo así la más alta la fachada Norte. De ahí que difieren en la cantidad de piezas en sentido vertical que limitan hasta donde se abre la superficie.

En el caso de la fachada Este se puede observar que la apertura empieza con media pieza hexagonal, de modo que tiene 5 piezas y media en sentido vertical mientras que la norte tiene 6 piezas en sentido vertical.

En la última fachada, la Oeste, es posible contar por un lado 5 hexágonos y por el otro 5

y medio en sentido vertical, lo que al final establece una irregularidad por la diferencia en sus esquinas superiores, una es más alta que la otra.

En cuanto al ancho, la fachada Este y Norte tienen la misma distancia, que, en piezas, corresponde a 5 unidades en el sentido horizontal, todas ellas son piezas huecas. En cambio, la fachada Oeste, es la más amplia de todas, tiene en sentido horizontal 8 unidades de hexágonos, entre piezas planas y huecas.

Si se realizara una retícula imaginaria, se podría decir que el vacío de la fachada Este corresponde a veintiséis piezas, en fachada Norte a veintiocho y media piezas cerámicas, y por último en la fachada Oeste un equivalente a treinta y seis.



Ilustración 63 Elaboración propia de imagen para identificar las formas de las aperturas para puertas. (a partir de planos de fachada AZPML)

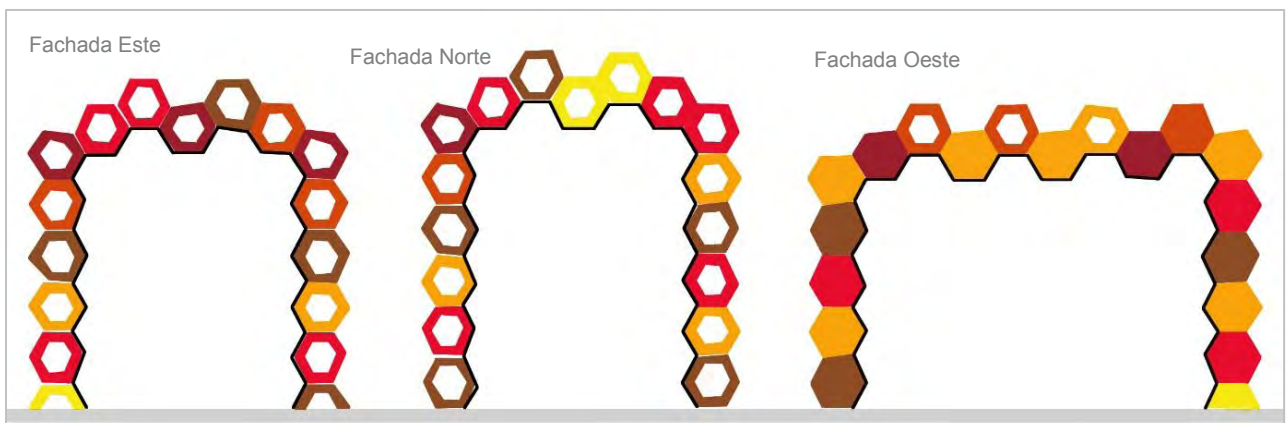


Ilustración 64 Puertas de las tres fachadas. Elaboración propia de imagen.

Existe una estructura especial para sostener las piezas perimetrales que limitan los accesos en la fachada. Esta estructura metálica tiene la forma de cada pieza hexagonal que va a soportar. [65. 66]

Debido a que las piezas hexagonales que conforman la celosía van unas al lado de las otras, entre ellas se tapan sus costados, pero en el caso de las piezas en los accesos fue necesario colocar una platina de color negro para cubrir y darle un acabado final en el perímetro entre el exterior e interior de las piezas. [67]



Ilustración 66 Instalación de piezas cerámicas. (Cumella T. , 2016)



Ilustración 65 Estructura metálica en accesos. (Cumella T. , 2016)



Ilustración 67 Fotografía de acceso. (Cumella T. , 2016)

6.2 Análisis aperturas de las ventanas.

La fachada Este cuenta con el 90% de su superficie con piezas huecas, es decir en celosía. El 8 % de las piezas no hacen parte de la celosía, sin embargo, existen tres diferencias entre estas: en primer lugar, están las piezas planas que forman el nombre de España, en segundo lugar, (a los dos costados de la fachada) las esquineras y, por último, las piezas que serían huecas pero que, por estar en la situación de esquina, en la parte interior de la fachada son tapadas por piezas planas, por tal motivo pierden el carácter de celosía, de transparencia y permeabilidad de luz y aire. Finalmente, el 2% restante de la fachada corresponde a los dos vacíos definidos por los accesos.



Por otro lado, la fachada Norte está distribuido de la siguiente forma: el 87% de piezas en celosías, el 8% de piezas llenas, con piezas planas en letras y a los costados con piezas especiales anteriormente descritas y por último el 5 % corresponde a vacíos distribuidos en cinco accesos.

Para terminar, la fachada Oeste por el contrario a las demás, tiene la mayoría de piezas sólidas y no de celosía. El 81% piezas son llenas, el 14% de las piezas de celosías, encontradas en una franja que va desde el suelo hasta finalizar arriba, y agrupaciones de celosías distribuidas de una forma aleatoria por la superficie de la fachada, ninguna de las agrupaciones es igual a otra. En una de éstas, hay una singularidad,

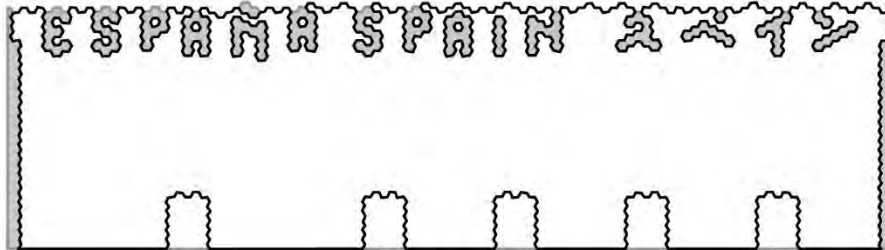
donde una parte son celosías y seguida de está hay una apertura completamente sin piezas. El 5% restantes están repartidos en 5 accesos para puertas. [68]

FACHADA ESTE



-  Celosías vacíos -
-  Piezas planas llenas. -

FACHADA NORTE



FACHADA OESTE

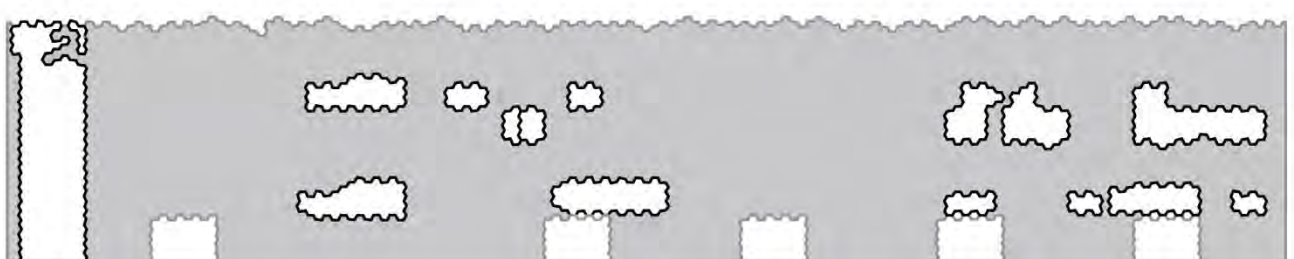


Ilustración 68 "Llenos y vacíos"- "celosías y piezas planas". Elaboración propia de imagen.

A través de las siguientes ilustraciones se observa en más detalle las características de las piezas en las esquinas. Dispuestas en forma vertical están las piezas esquineras, todas con la misma forma pero de diferentes colores, las dos últimas son piezas planas y pierden su tridimensionalidad.

Adyacentes a las esquineras, por cada lado están las huecas tapadas desde su interior, es decir que aunque siguen siendo tridimensionales, pierden su carácter de celosía, las tres últimas (arriba) de cada costado retoman su particularidad de la celosía.[69,70]



Ilustración 69 Acercamiento de fachada. Tomada desde (Cumella T. , 2016)



Ilustración 6 Unión de dos fachadas. Elaboración propia.

6.3 Análisis remates perimetrales.

En la cubierta, el borde superior termina también con las piezas hexagonales, y no interviene otro tipo de figuras para llevar acabo el remate, ni son cortadas las piezas para acabar en línea recta. En la imagen [71] es resaltada la línea que se genera en el remate superior de toda la fachada.

Esta línea generada, no tiene una secuencia clara, su geometría depende directamente de la presencia de las piezas hexagonales, y por tanto el perfil que se crea corresponde a una decisión de diseño que agrega o elimina piezas para realizar la composición del teselado de fachada

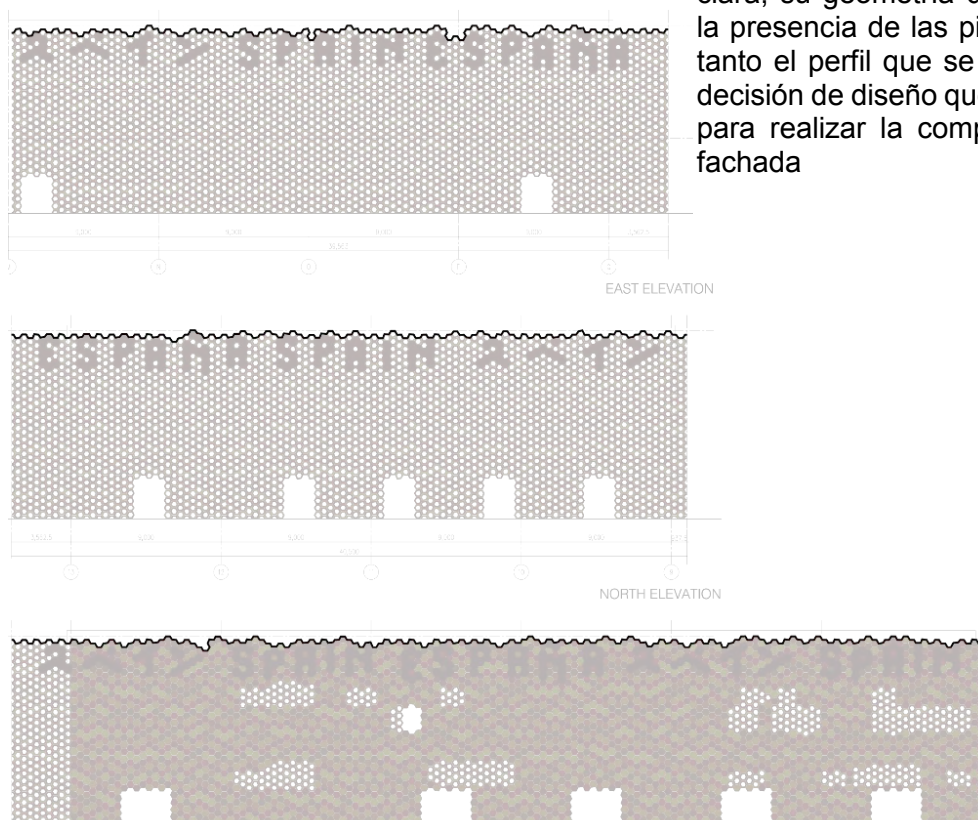


Ilustración 71 Líneas de remate superior en Fachadas. Elaboración propia.

En segunda estancia, las esquinas. Para resolver el límite de las esquinas, son empleadas piezas especiales fabricadas exclusivamente para esta posición. Estas cambian la dinámica del resto de las piezas, siguen siendo hexagonales pero sus dimensiones fueron modificadas para poder recibir las piezas huecas a cada lado. Todas son iguales a pesar de que su color cambie, las piezas no son huecas, pero si desarrollan cambios en la profundidad de su centro. Su vista frontal tiene una gran diferencia con el perfil superior, ya que el esquinero se percibe como una línea vertical, aunque de cerca se aprecia mejor su tridimensionalidad. [72]

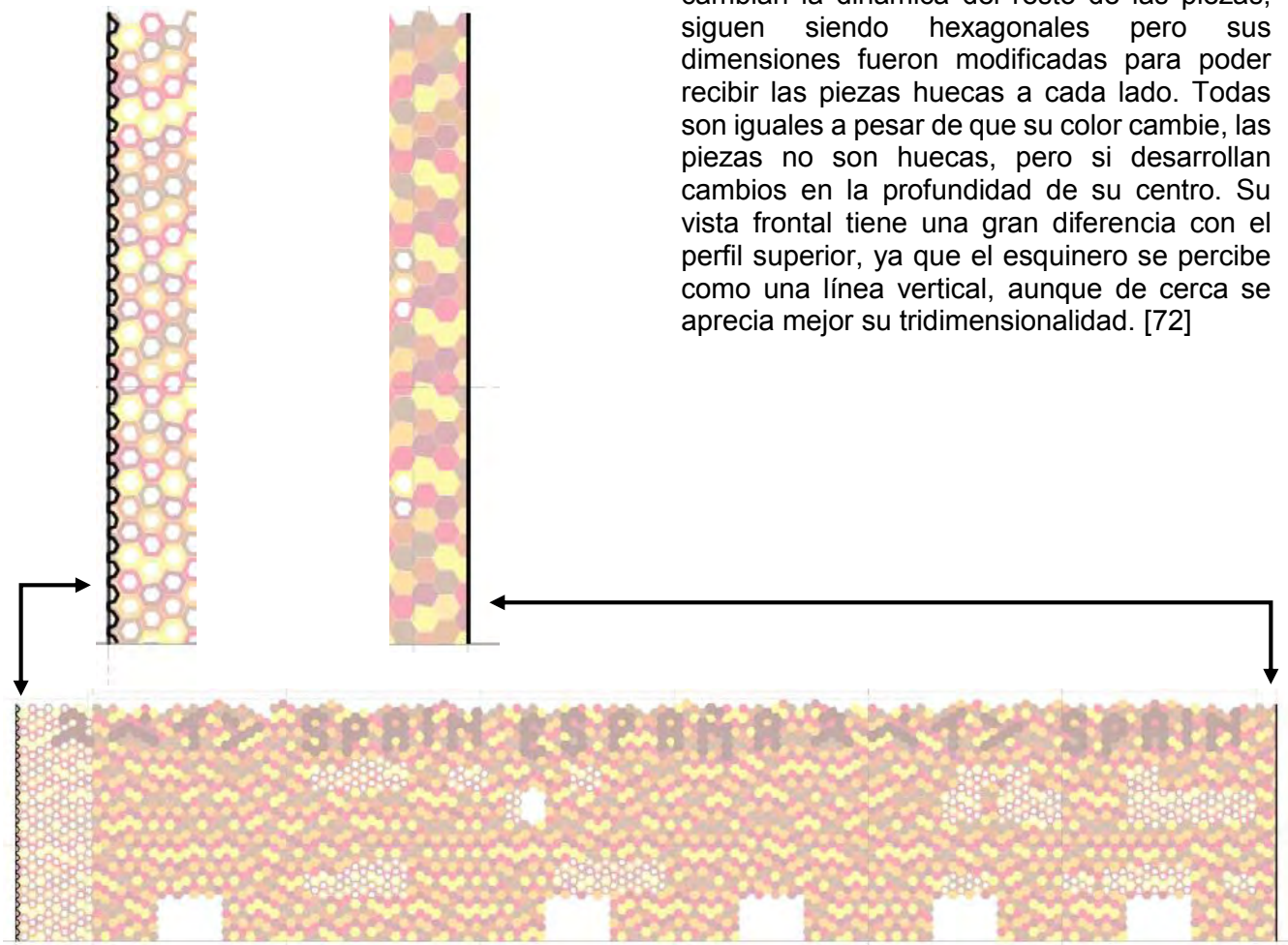


Ilustración 72 Líneas de remates laterales en Fachadas. Elaboración propia.

Para terminar, las piezas que limitan con el suelo son otro elemento que hay que resolver en una fachada. En este proyecto son empleadas las mismas piezas hexagonales, también se usan piezas en mitades y de este modo se ajustan para completar la superficie. Sin estas piezas hechas por mitades es imposible llenar todos los espacios. [73]

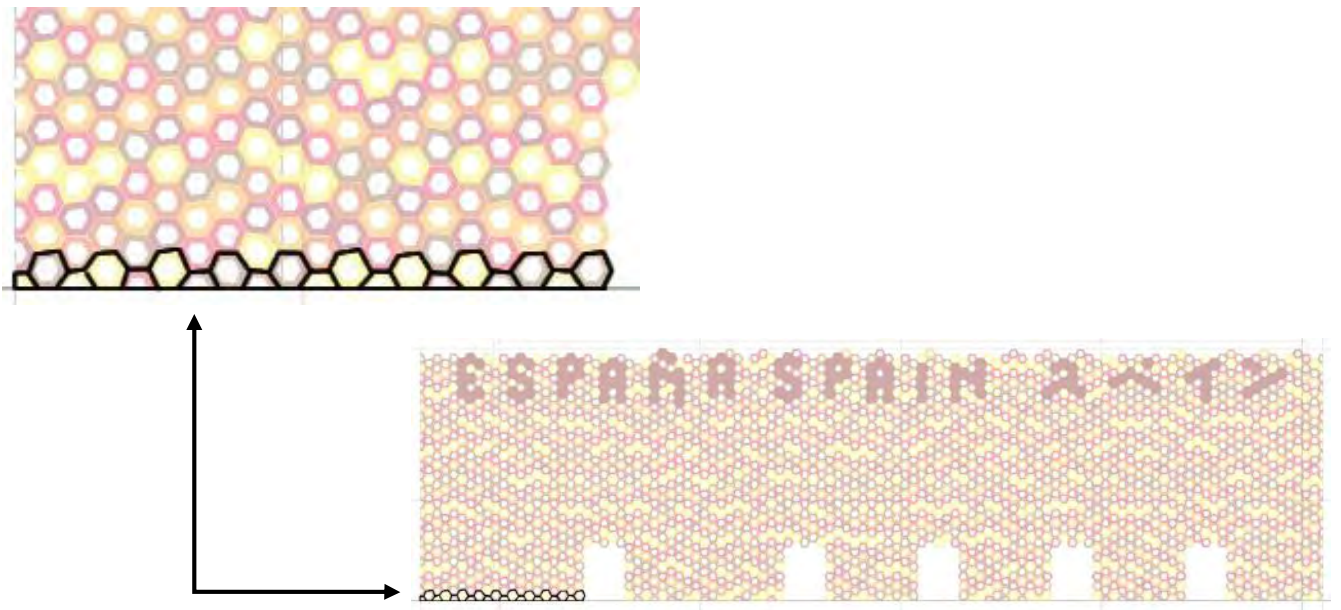


Ilustración 73 Remate inferior en fachadas. Elaboración propia

7. CONCLUSIONES

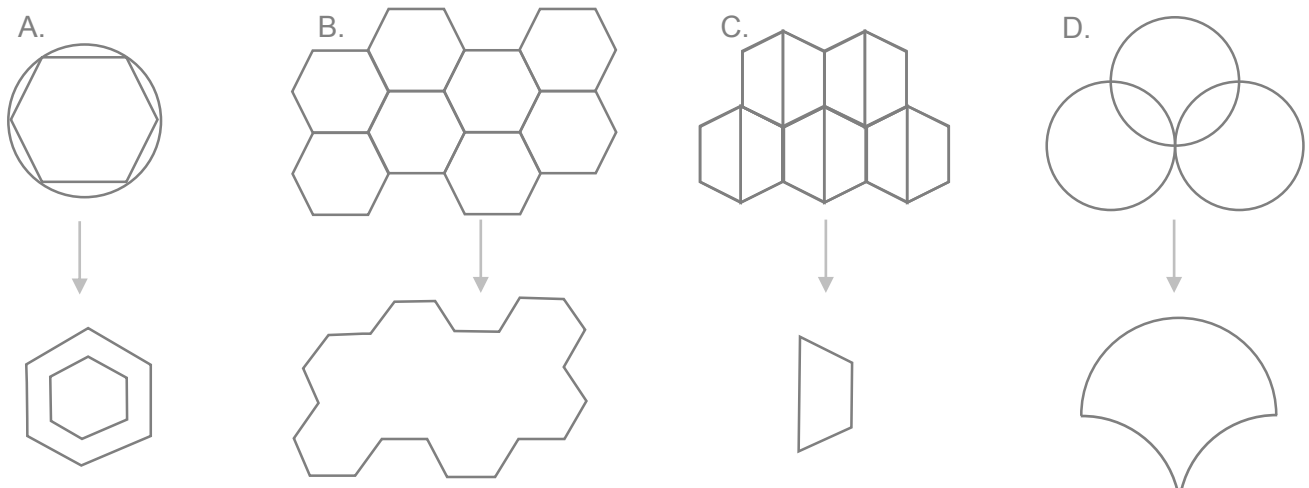


Ilustración 747 Ejemplos de formas básicas y formas de piezas en fachadas. Elaboración propia.

Los teselados en el diseño de las fachadas arquitectónicas, es un campo muy amplio y está presente siempre y cuando se usen piezas para completar la superficie. La forma es un criterio fundamental porque a partir de este se toman decisiones muy importantes en cuanto al diseño y su proyección.

En el pabellón de España utilizan formas hexagonales irregulares en material cerámico, donde se manejan también sus simetrías para completar toda la superficie de la envolvente [74 A]. Así como este, hay muchos ejemplos que se pueden referenciar para entender otras maneras de resolver las fachadas sin dejar a un lado las teselas.

Un proyecto que también emplea hexágonos, es la fachada del Centro de Creación Contemporáneo de Andalucía, en la ciudad de Córdoba, España, por Nieto Sobejano Arquitectos. Los hexágonos por si solos no son como tal la pieza de la teselación, pero su rol es componer la configuración de un panel final que se convierte en la tesela empleada en la fachada. Cabe mencionar además que son de un tamaño mucho más grande si lo comparamos con el Pabellón, por eso es importante resaltar que el material que usan en los paneles prefabricados es GRC (hormigón Armado con Fibra de Vidrio). [74 B]

Otra manera de resolver una pieza de la fachada se puede dar a través figuras geométricas como el trapecio, en el caso del Museo de Arte, Arquitectura y Tecnología (MAAT) en Lisboa por Amanda Leveté, las piezas son cerámicas y visualmente la unión

de estas formas geométricas resulta en un hexágono. [74 C]

La construcción de un hexágono se elabora a partir de un círculo, si el perímetro del círculo se divide en 6 partes iguales y se trazan líneas rectas entre los puntos marcados. Por otro lado, el círculo tiene un papel muy importante en el siguiente ejemplo, ya que al intersectar tres círculos se construye una nueva figura geométrica, la cual se utiliza para la elaboración de las piezas cerámicas de la tesela en el proyecto de la ampliación del Oceanario en Lisboa, Portugal. [D] Las figuras de esta fachada son irregulares y por tal motivo también presentan un desafío para diseñar.

Teniendo en cuenta estos ejemplos aquí expuestos con distintas figuras geométricas, el único que tiene una materialidad diferente es el proyecto en Córdoba, el cual no usa material cerámico en su composición.

Ahora bien, la diferencia de material está relacionado con el tamaño de cada pieza. Las piezas cerámicas son considerablemente más pequeñas que las del GRC (como se puede ver en la ilustración [75]). Sin embargo, ni el tamaño de la pieza ni su material es un factor limitante para la creatividad del diseño en la resolución de todas las variables de una fachada.

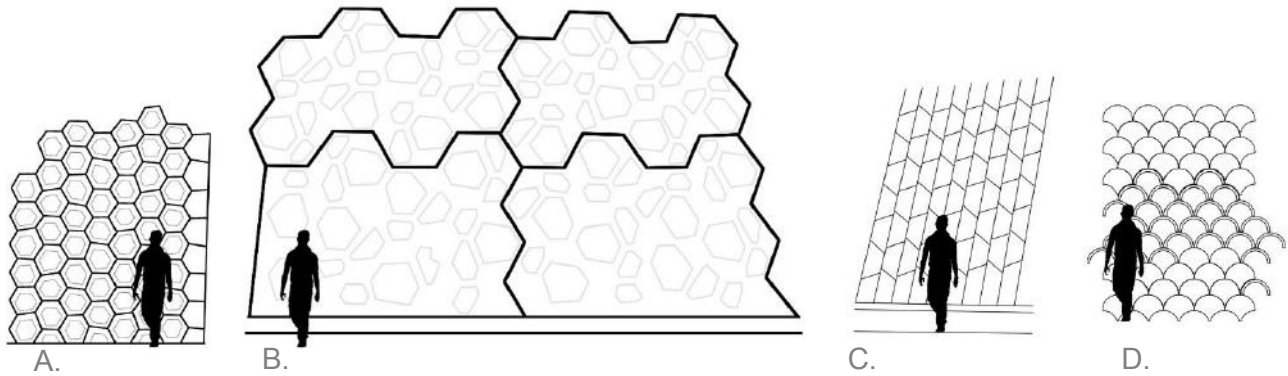


Ilustración 75 Diferencia de escala en piezas de fachada. A. Pabellón de España. B) Centro de Creación Contemporáneo de Andalucía. C) MAAT. D) Oceanario en Lisboa. Elaboración propia.

Al hablar de la creatividad, cabe indicar una característica muy importante, la tridimensionalidad, un rasgo que no en todas las fachadas existe, pero que en definitiva si está presente en El Pabellón de España y en los tres ejemplos mencionados. La tridimensionalidad está pensada como un concepto plasmado a la pieza para sacar provecho de la luz, las sombras, los reflejos de los colores y de los materiales.

En cada diseño se sigue un orden en la disposición de las piezas por más dinámica o variable que parezca, se puede inferir que existe una retícula que en estos casos es más notorio cuando se organizan las piezas y se fijan a la subestructura u otro elemento del edificio. [76]

En la resolución de distintas variables se detecta la manera como se afronta con creatividad e ideas la solución de las diferentes posiciones de la pieza. En las esquinas se puede optar por la creación de una pieza exclusiva para esta colocación, sus ventajas indican que el diseño en conjunto se entrelaza y no pierde la continuidad de la composición, como el caso del Pabellón y el Oceanario. Un poco distinta a las dos anteriores son las esquinas en el MAAT, porque el protagonismo no es por medio de aristas verticales sino por el encuentro de distintos planos, además que la superficie tiene como característica una geometría cóncava – convexa y por consecuencia tiene un constante movimiento por el que se piensa en una pieza con la capacidad de cubrir esa superficie a través de

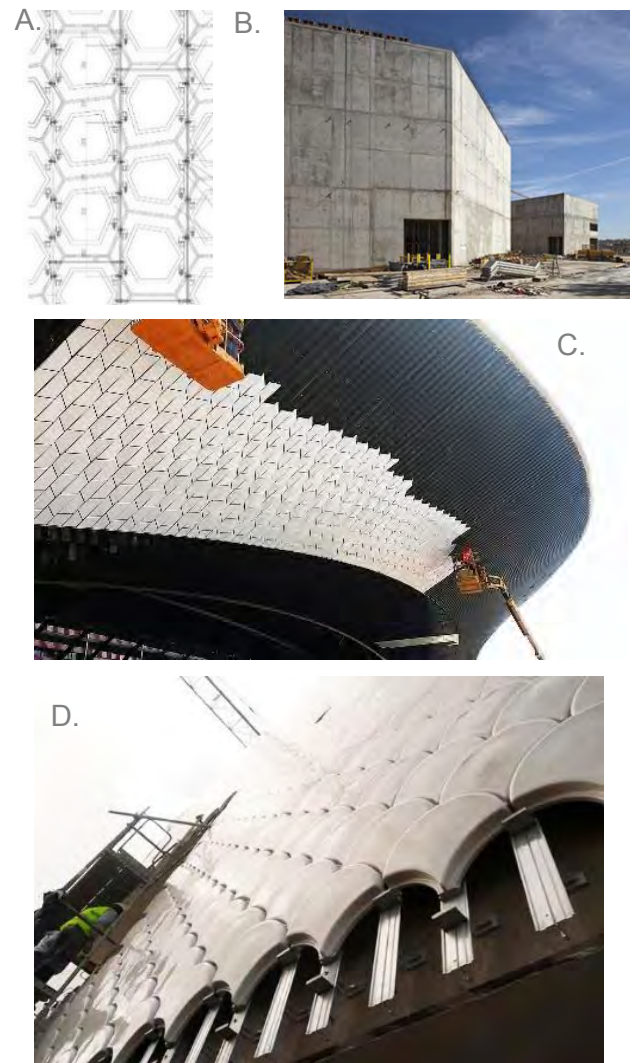


Ilustración 76 Fijación de piezas. A. Pabellón de España. (AZPML) B. Centro de Creación (Alda, 2011) C. MAAT (Cumella C. , s.f.) D. Instalación piezas Oceanario (Costa, 2009 - 2011)

sus repeticiones, su forma trapezoidal se mantiene y según llega al límite son manipuladas para terminar rectas. Diferente a estas, los paneles del Centro de creación delimitan las esquinas con un corte recto en el panel independiente a la forma que usa.

En cuanto a las puertas o accesos el Pabellón lo abre sin perder la forma perimetral del hexágono, en el Centro de creación el panel renuncia a intervenir en estas aperturas y de igual manera sucede en el MAAT, respecto al Oceanario sus piezas se encuentran a otro nivel de la planta cero y por tanto tampoco tienen relación con los accesos.

Con respecto a las aperturas para ventanas, se retoma el factor tridimensional porque le abre campo a las celosías como es en la intervención de las piezas huecas del Pabellón, la mayor parte de su superficie es dada por la celosía no obstante una de sus fachadas cuenta con piezas planas y justo aquí existe una apertura total pero que a pesar de esto no pierde su borde irregular resultado de los hexágonos. El Centro de Creación y el Oceanario también exponen la importancia del filtro de la luz con la celosía, tomando decisiones sobre qué áreas deben ser opacas y áreas para permitir la transición del exterior hacia el interior. Por el contrario, el MAAT, concibe sus piezas tridimensionales pero las aperturas para ventana son netamente por la ausencia de las piezas y no por una modificación en su diseño para convertir la misma figura geométrica en una celosía.

De manera semejante a la característica tridimensional, existe una condición muy importante que también potencializa su dinamismo visual, el color. En el Pabellón de España, este rasgo cromático, es un protagonista. En un principio se percibe una mezcla de colores que al parecer están colocados de forma aleatoria, pero al hacer un análisis y desglose de colores en este trabajo, si se encuentra un orden de disposición, es decir que se hace una aproximación a un patrón o método usado para ordenar el diseño de la fachada.

Para concluir en breves palabras, la ampliación acerca de conocimientos de las composiciones geométricas en teselados abre caminos para facilitar e innovar en el resultado de nuevas envolventes al potencializar el diseño de sus piezas y materialidades. La cerámica en el proyecto del Pabellón de España tiene un rol fundamental porque precisamente el conocimiento sobre el material abre las posibilidades de su transformación, su permeabilidad y dinamismo visual.



Ilustración 77 Pabellón España 2005 Fotografía Satoru Mishima y (AZPML)



Ilustración 78 Centro de Creación Contemporáneo. Fotografía Fernando Alda



Ilustración 79 MAAT Fachada y Ventana. (LisbonLux, s.f.) y (Matos)

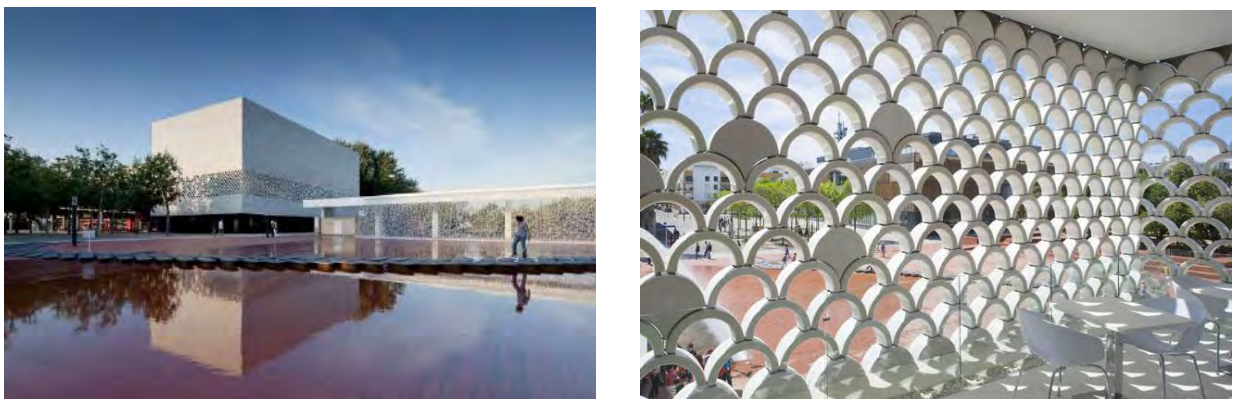


Ilustración 80 Ampliación Oceanário de Lisboa, Celosías. Fotografía Radek Brunecky y Daniel Malhao

8. Bibliografía

- (s.f.). Obtenido de <http://www.ceramicarchitectures.com/>
- Alda, F. (24 de 05 de 2011). *www.fernandoalda.com*. Obtenido de <http://www.fernandoalda.com/blog/2011/05/obra-del-centro-de-creacion-contemporanea-en-cordoba-works-on-contemporary-creation-centre-in-cordoba/>
- Alonso, R. F. (s.f.). *Ceramic Architectures*. Obtenido de <http://www.ceramicarchitectures.com/obras/teacher-training-centre-granada/>
- architects., G. &. (s.f.). Obtenido de <http://www.gramaziokohler.com/>
- Associates, K. K. (s.f.). *Archdaily*. Obtenido de <http://www.archdaily.com/220685/xinjin-zhi-museum-kengo-kuma-associates/5006131628ba0d0779002d22-xinjin-zhi-museum-kengo-kuma-associates-image>
- AZPML. (s.f.). AZPML.
- Bartolomé Álvaro, M., Batalla Soriano, P., Gallego Navarro, T., Mira Peidro, F., Palencia Guillén, J., Pitarch Roig, A., . . . Silva Moreno, G. (2009). *Fachadas veniladas y pavimentos técnicos. Cerámica para la arquitectura*. Castellón : ASCER.
- Broug, E. (2013). *Islamic Geometric Design*. Thames & Hudson Ltda.
- Cerámica, U. I. (2009). *Materiales Cerámicos V*. Barcelona: Escuela Técnica Superior de Arquitectura. ESARQ (UIC).
- Cerámicas, A. (s.f.). Obtenido de <http://www.ceramicarchitectures.com/es/obras/pabellon-espanol-expo-2005/>
- Costa, P. C. (2009 - 2011). *AQUARIUM LISBOA*. Obtenido de Tectonicablog: <http://tectonicablog.com/?p=90145>
- Cumella, C. (s.f.). *Cerámica Cumella*. Obtenido de <http://www.cumella.cat/portfolio/maat-lisboa-amanda-levete/>
- CUMELLA, C. D.-C. (s.f.). *Cerámica para la arquitectura. Cerámica Decorativa - Cerámica Cumella*. Obtenido de <http://www.decorativa.es/recursos/docs/PROYECTOS.pdf>
- Cumella, T. (19 de Octubre de 2016). (D. Eslava, Entrevistador)
- design, T. o. (s.f.). Obtenido de <http://www.premiosceramica.com/premiados.aspx?lang=en-GB&tipo=arquitectura-interiorismo&edicion=anteriores&categoria=premiados&anyo=2005&id=144>
- Escher M.C, 1.-1. (2002). *M.C Escher: Estampas y dibujos*. Köln: Taschen.
- Expo2005. (s.f.). *Expo2005 Aichi Japon*. Obtenido de <http://www.expo2005.or.jp/es/index.html>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Teselado>. (s.f.).

Imandra. (s.f.). *Imandra Project*. Obtenido de <http://www.imandraproject.com/portfolio-view/pabellon-de-espana-expo-aichi-2005/>

Lázaro, V. (2016). *Cerámica Contemporánea*. (Instituto de Tecnología Cerámica. ITC). Barcelona.

LisbonLux. (s.f.). *Lisbon Lux*. Obtenido de <http://www.lisbonlux.com/lisbon-museums/maat.html>

Locher, J., Veldhuysen, W., & Thé, E. (2006). *La Magia de M.C. Escher*. Köln: Taschen.

Marcel Bilow, T. K. (2008). *Imagine 01 Façades*. Rotterdam: 010 Publishers.

Matos, F. A. (s.f.). *infocul.pt*. Obtenido de <http://infocul.pt/cultura/maat-20-milhoes-de-investimento-e-uma-vista-deslumbrante-para-o-tejo/>

Picharchitects. (s.f.). Obtenido de <http://www.picharchitects.com/>

Zeballos, C. (25 de 10 de 2010). *Mi Moleskine Arquitectónico*. Obtenido de <http://moleskinearquitectonico.blogspot.com.es/2010/10/expo-aichi-2005-pabellones.html>

9. ANEXOS

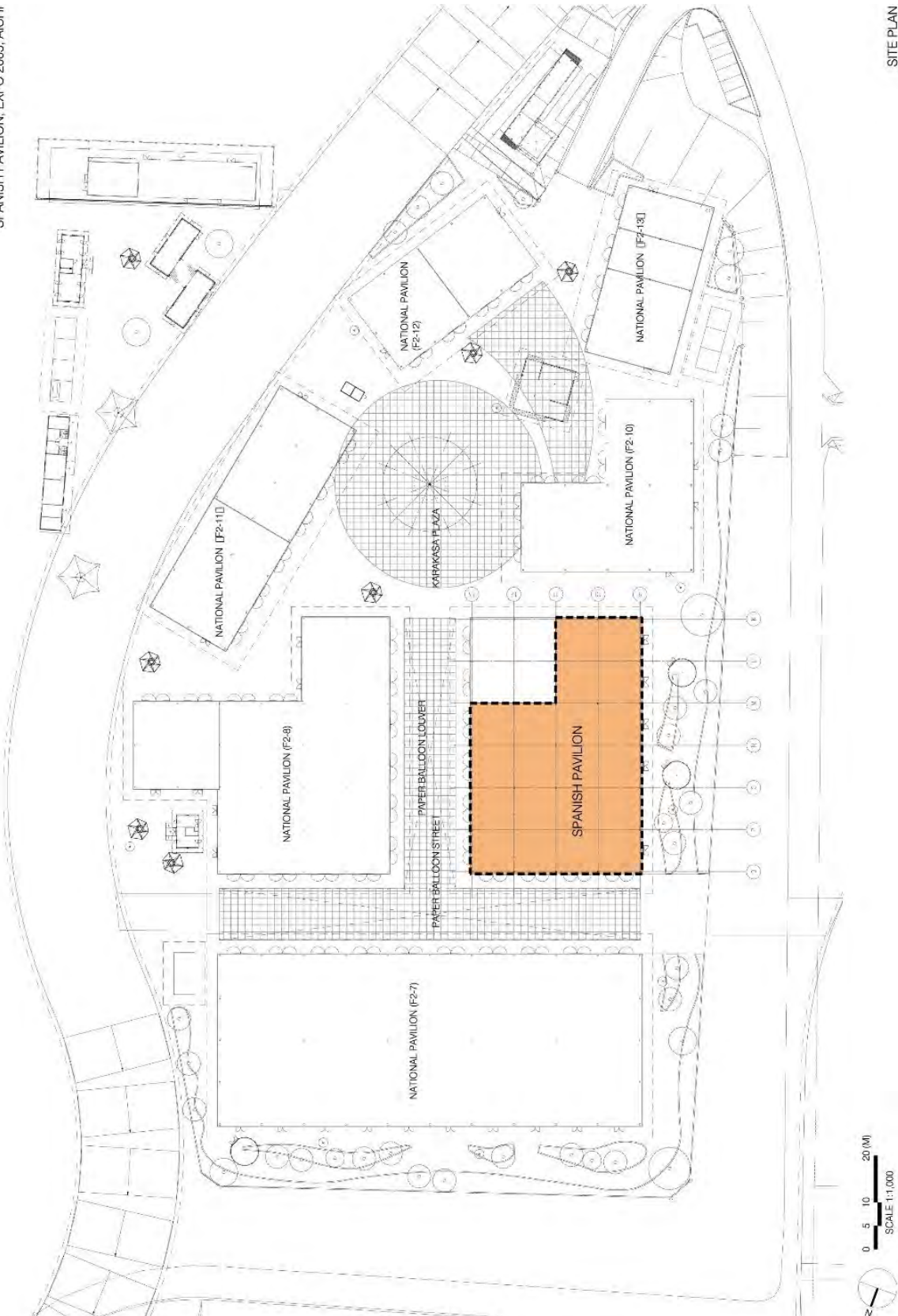


Ilustración 8 Ubicación del Pabellón de España en Global Commons 3. Plano de (AZPML)

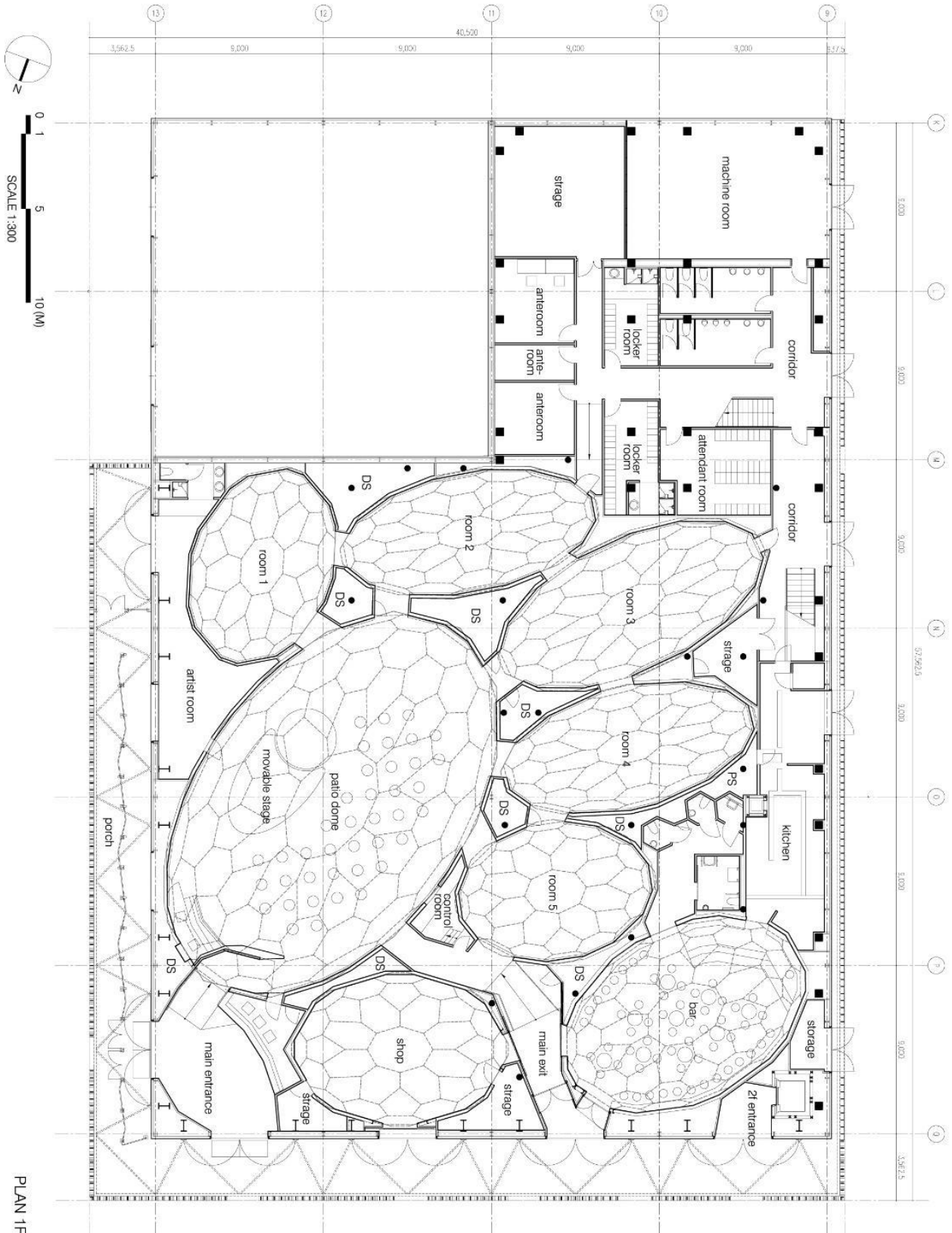
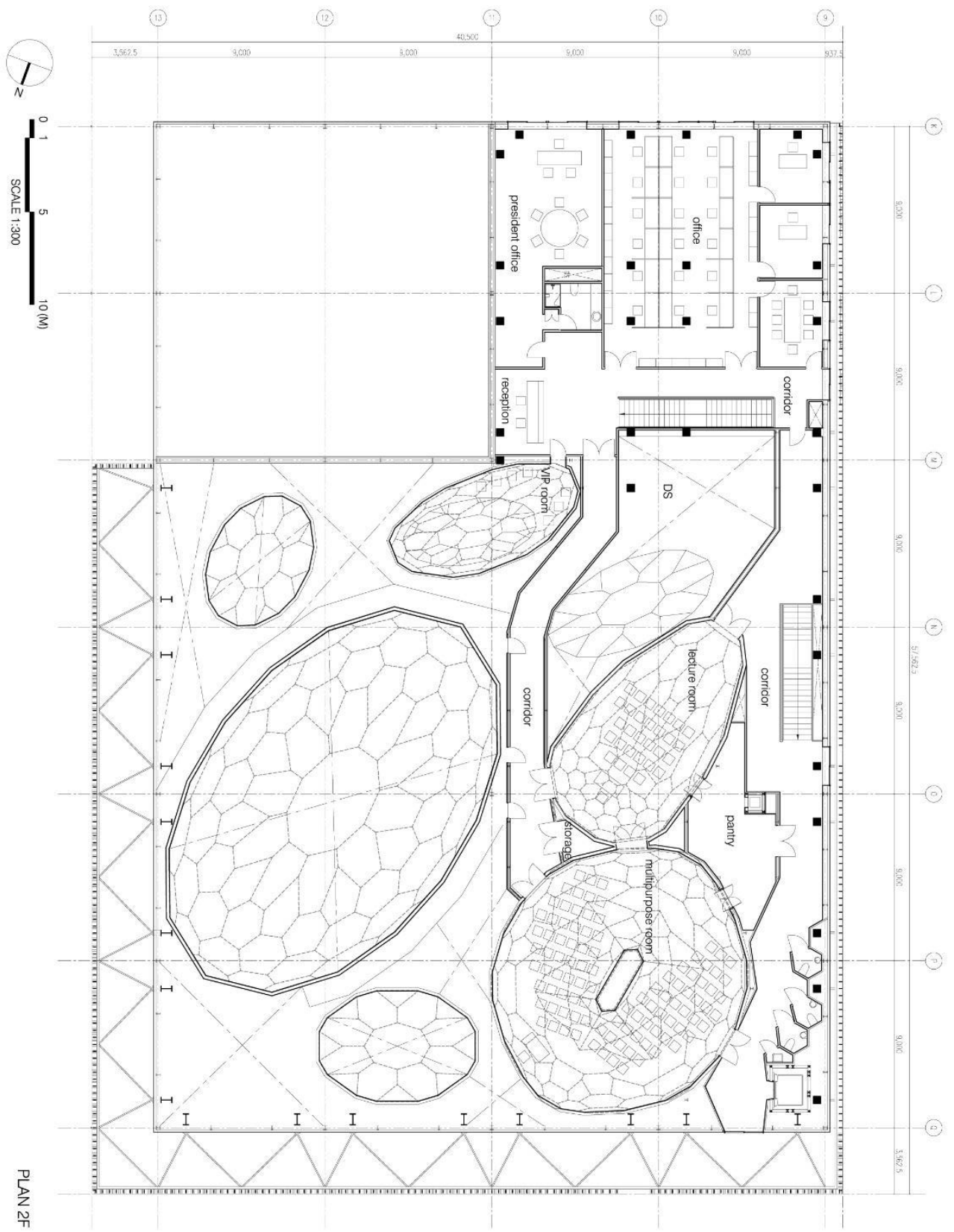


Ilustración 9 Planta primera. (AZPML)



PLAN 2F

Ilustración 10 Planta Segunda (AZPML)

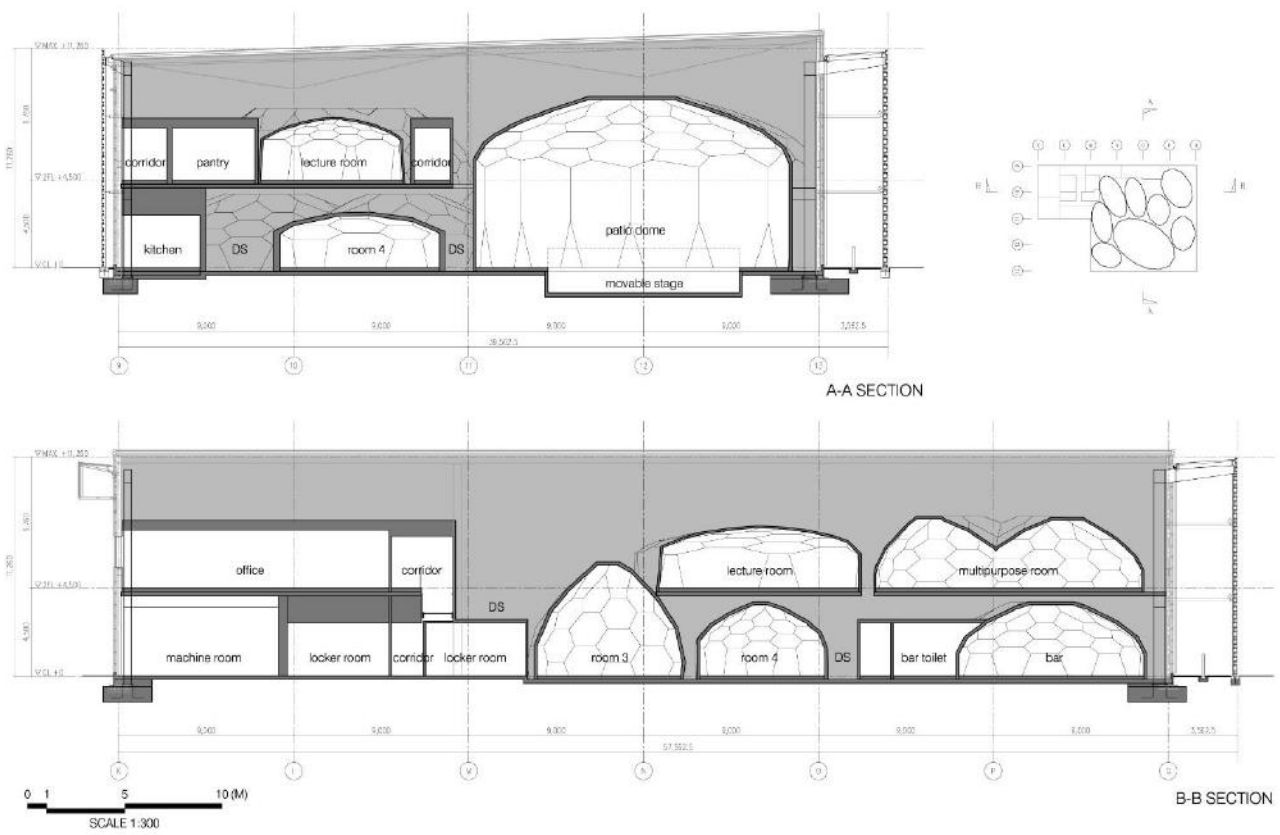
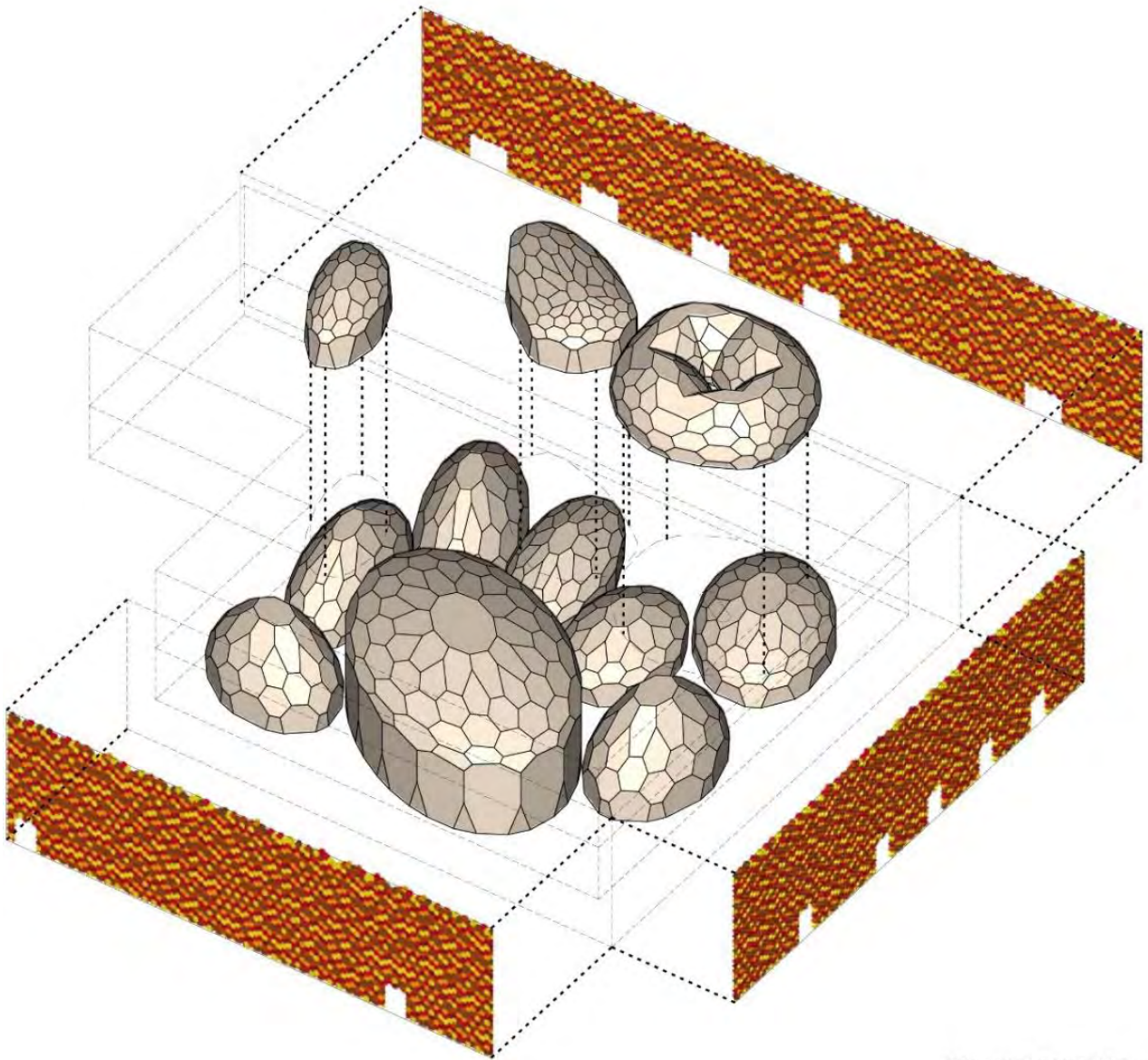
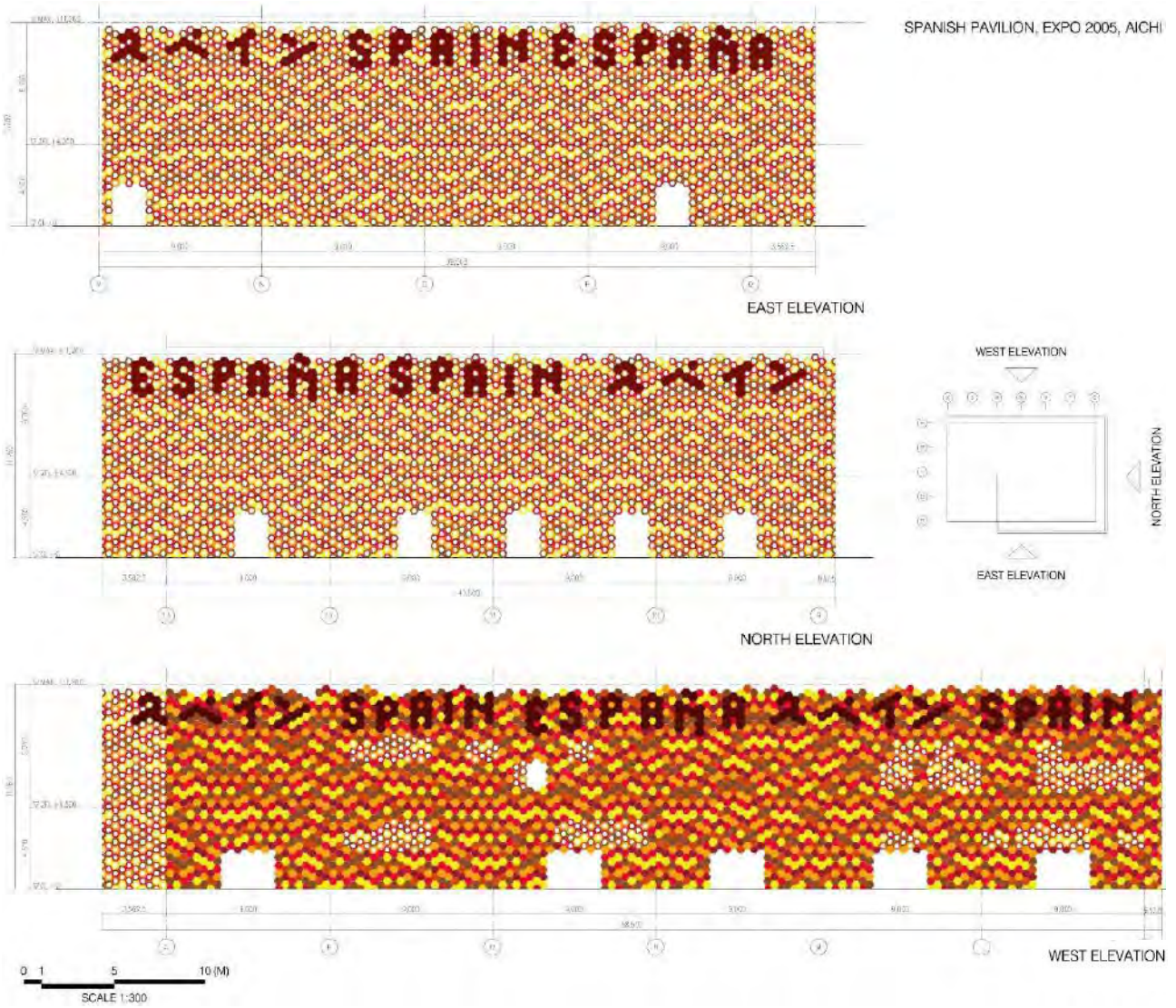


Ilustración 11 Secciones del pabellón A-A Y B-B. (AZPML)

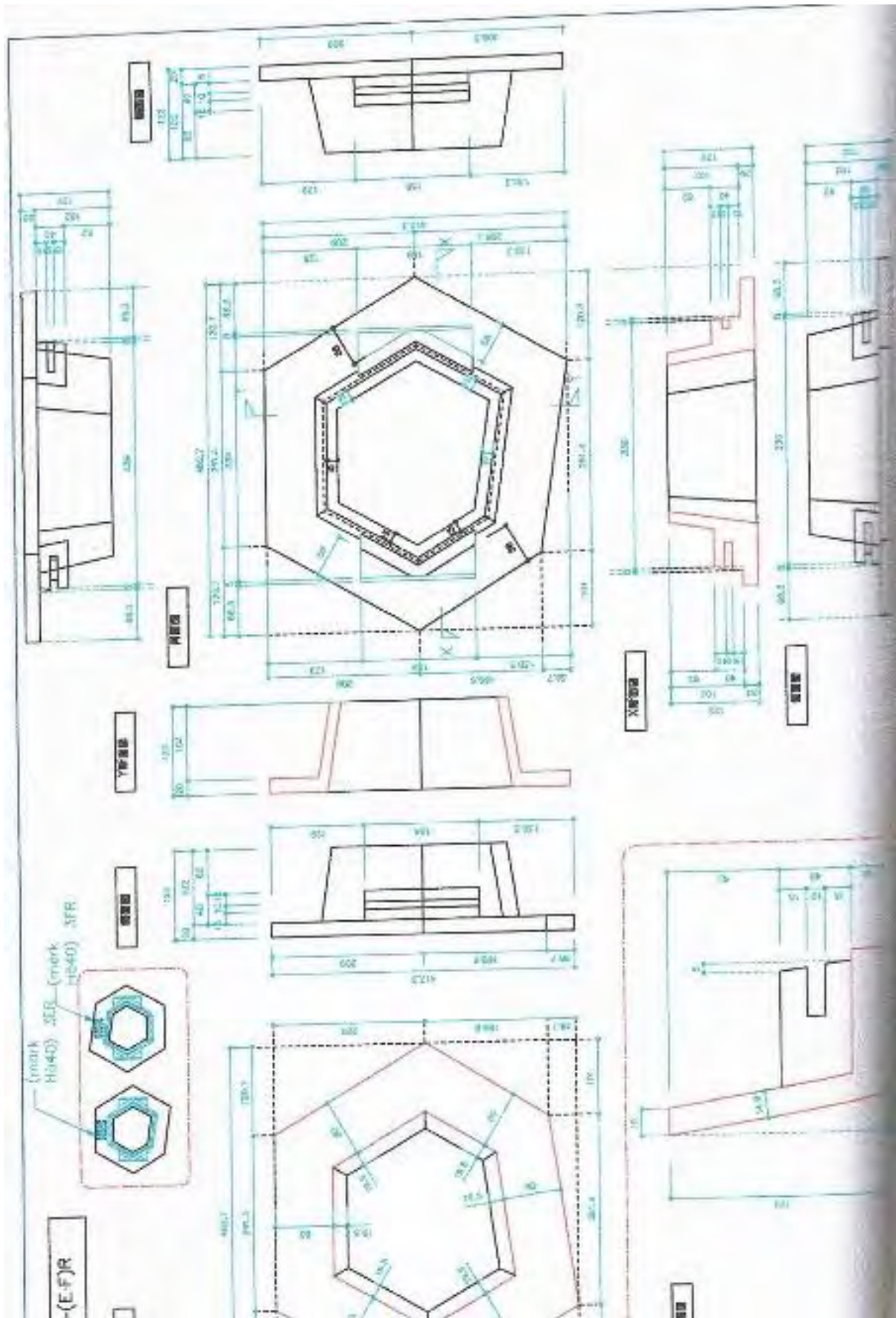


EXPLODED AXONOMETRIC

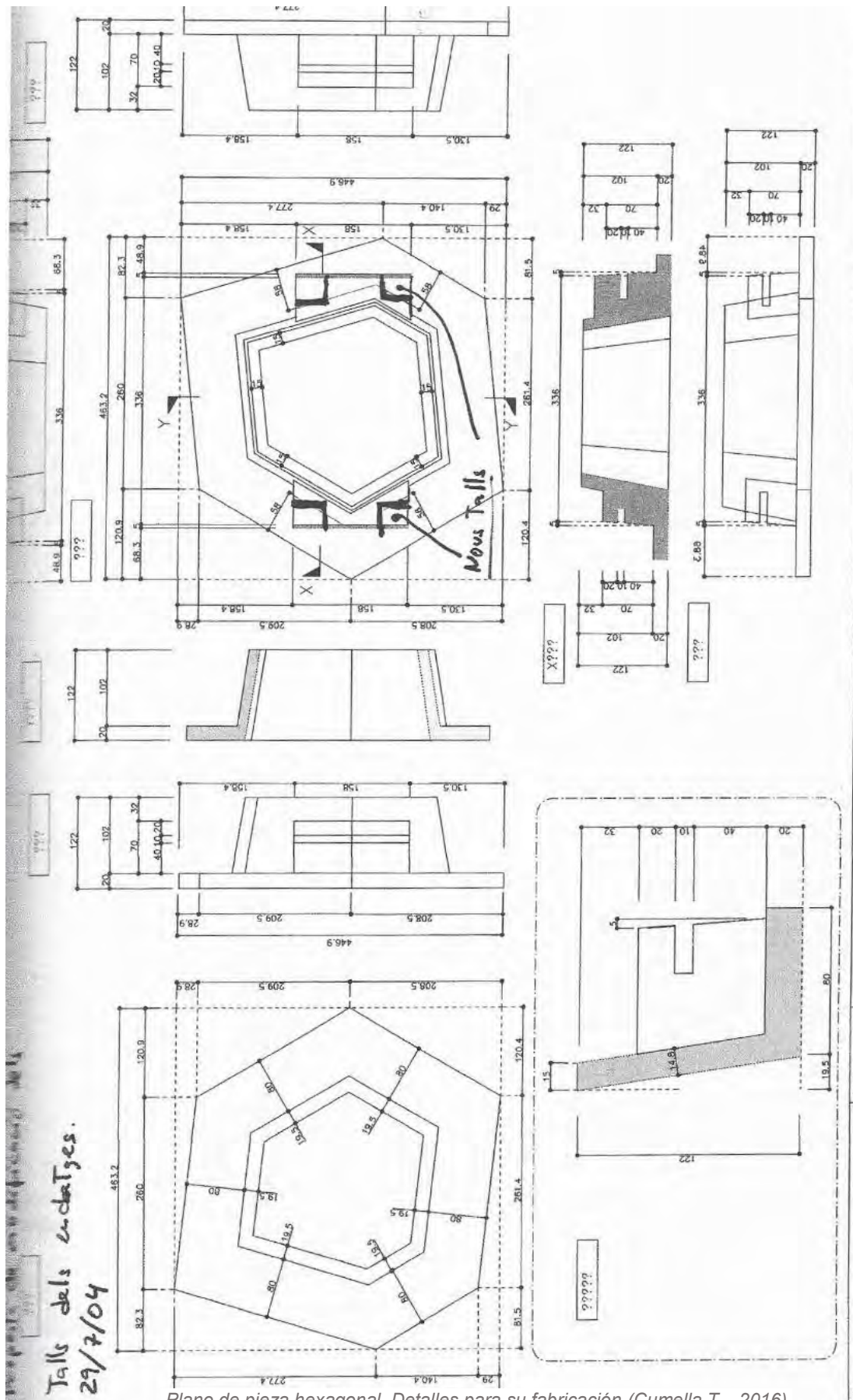
Axonometría Explotada. Muestra las tres fachadas del pabellón y los domos interiores. (AZPML)



Planos de fachadas. (AZPML)



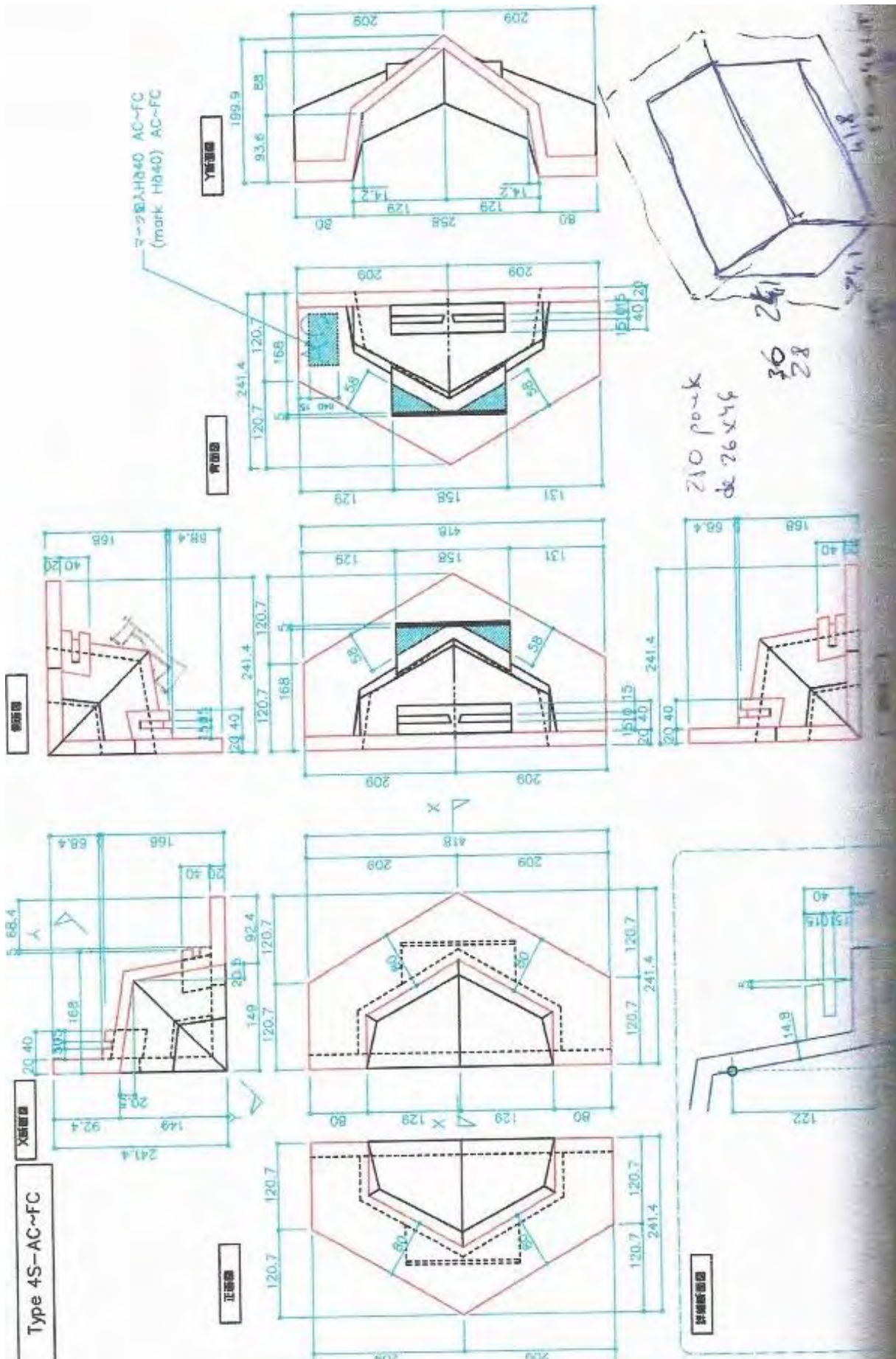
Plano de pieza hexagonal. Detalles para su fabricación (Cumella T., 2016)



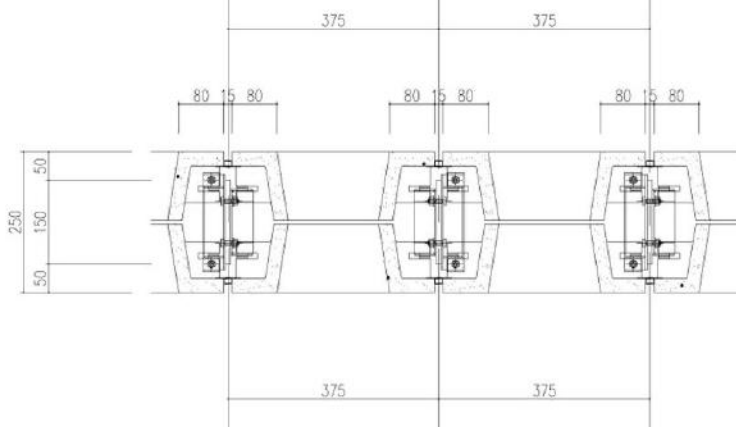
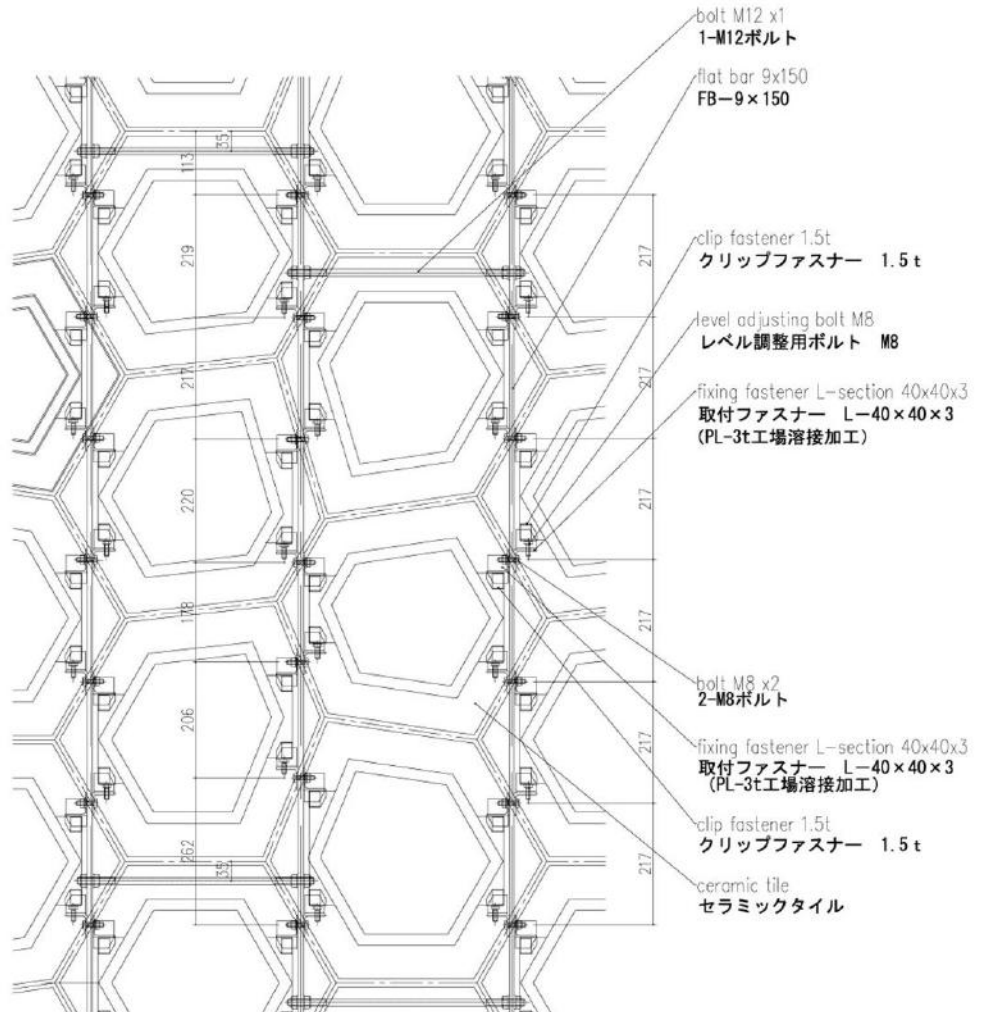
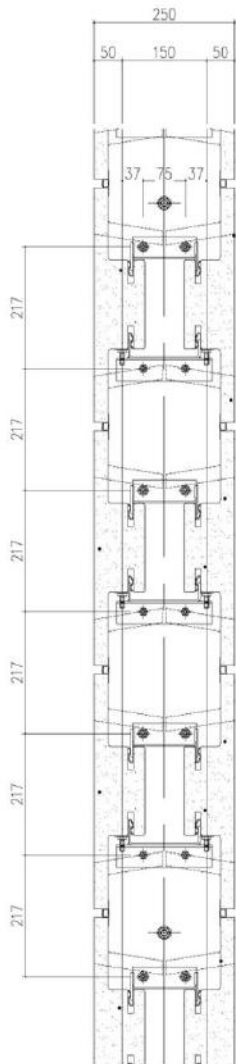
Talls dels endatges.
29/7/04

Plano de pieza hexagonal. Detalles para su fabricación (Cumella T., 2016)

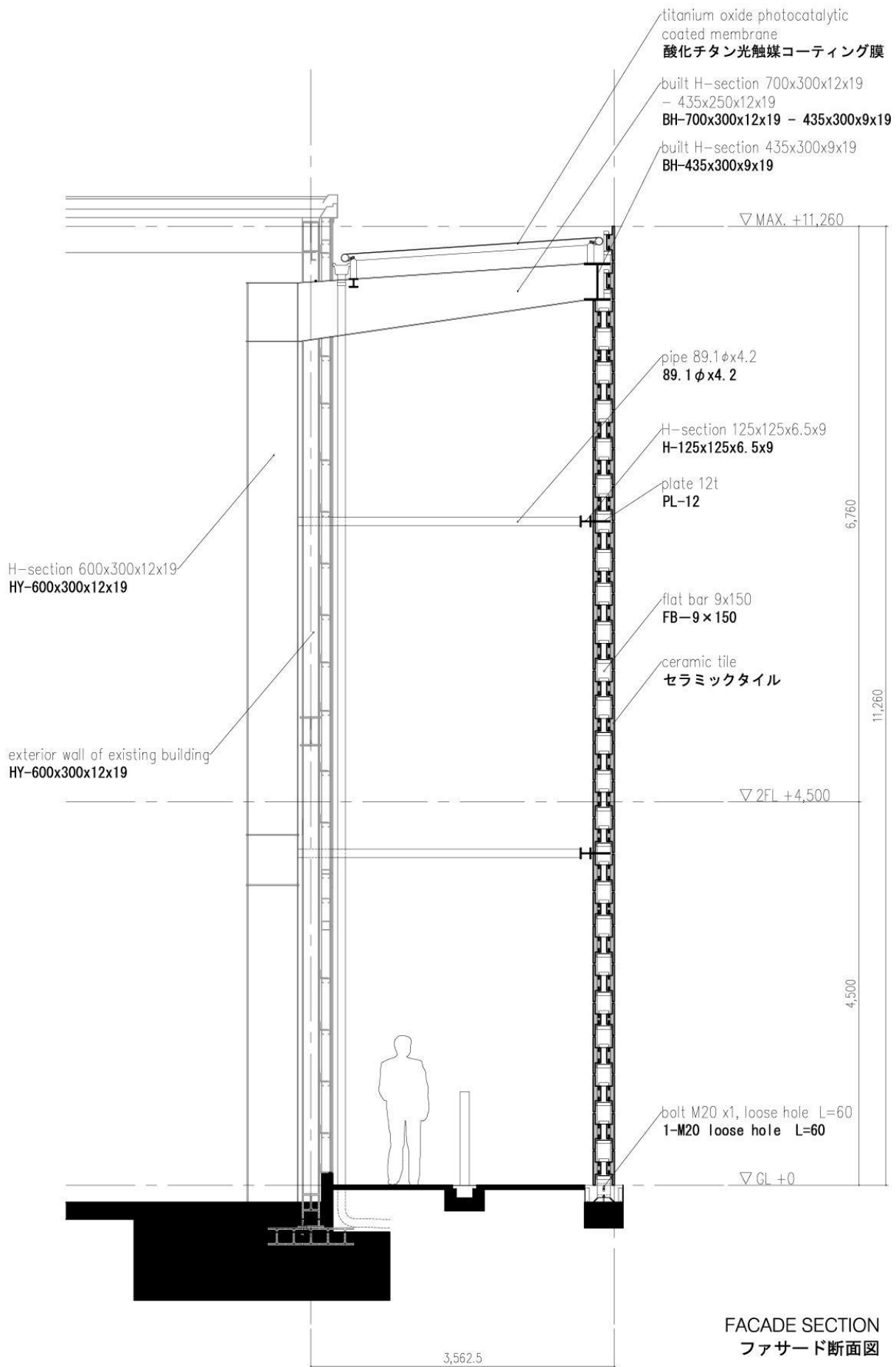
REVISIÓN	SUBJECTS			NO.
	DESIGNED	CHECKED	DATE	SCALE 1/2
TITLE		DRAWN		
0000000000		0000000000		



Plano de pieza esquinera. Detalles para su fabricación (Cumella T., 2016)



Detalle de sujeción en la pieza cerámica. (AZPML)



FACADE SECTION
ファサード断面図



EAST ELEVATION



NORTH ELEVATION



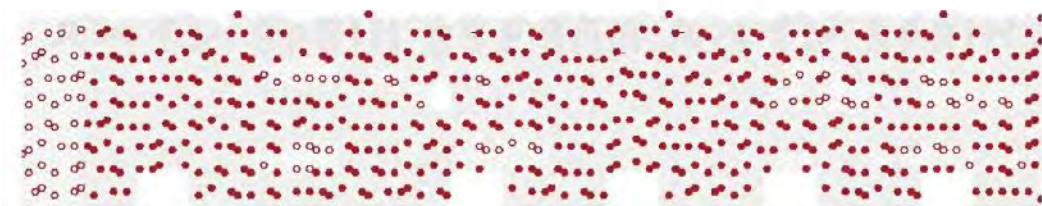
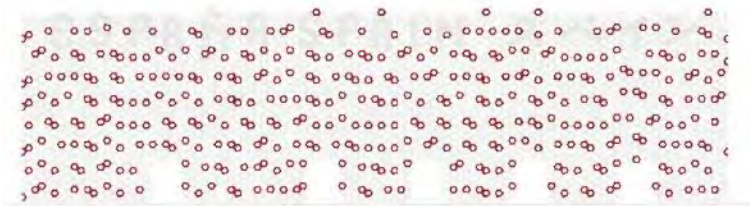
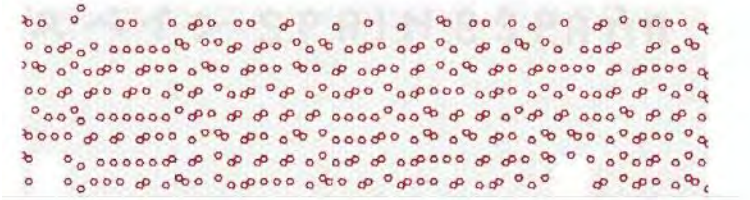
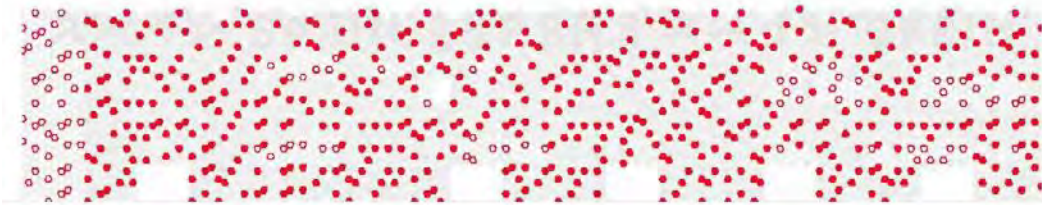
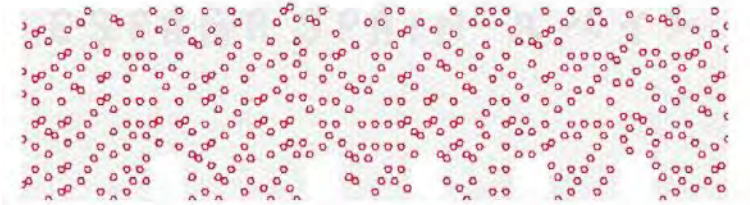
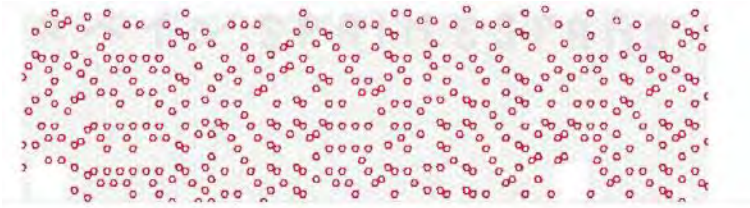
EAST ELEVATION



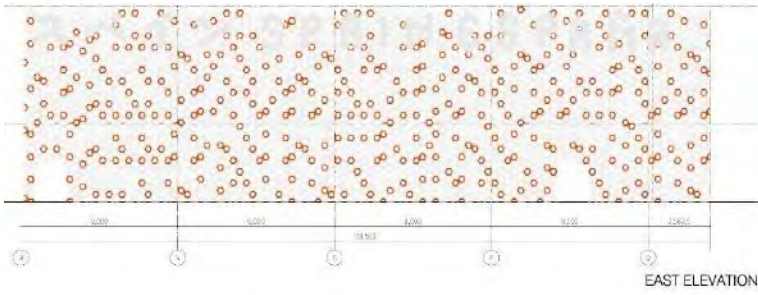
NORTH ELEVATION



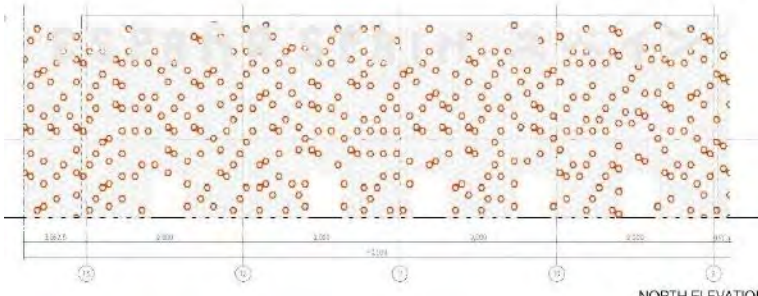
Secuencia de piezas Color Amarillo y Naranja. Elaboración Propia



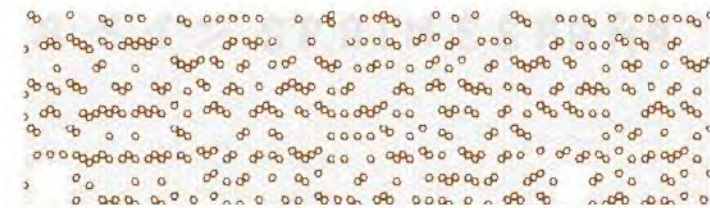
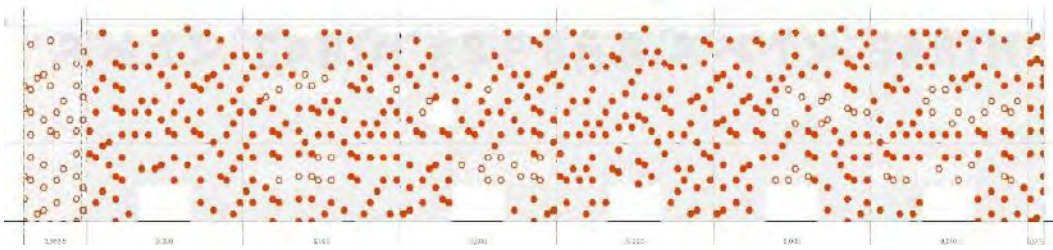
Secuencia de piezas Color Rojo y Rojo oscuro. Elaboración Propia



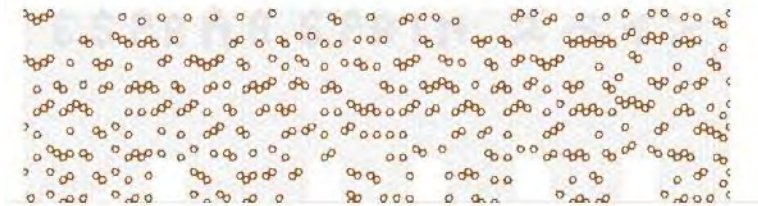
EAST ELEVATION



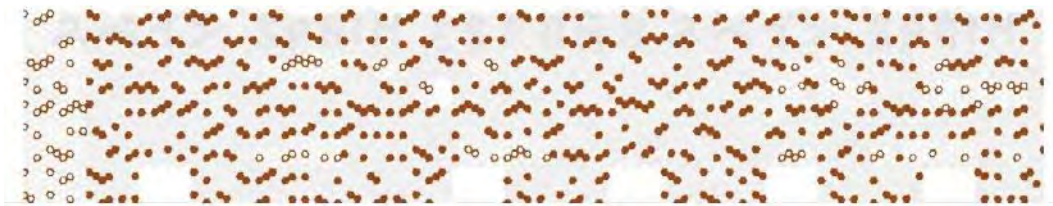
NORTH ELEVATION



EAST ELEVATION

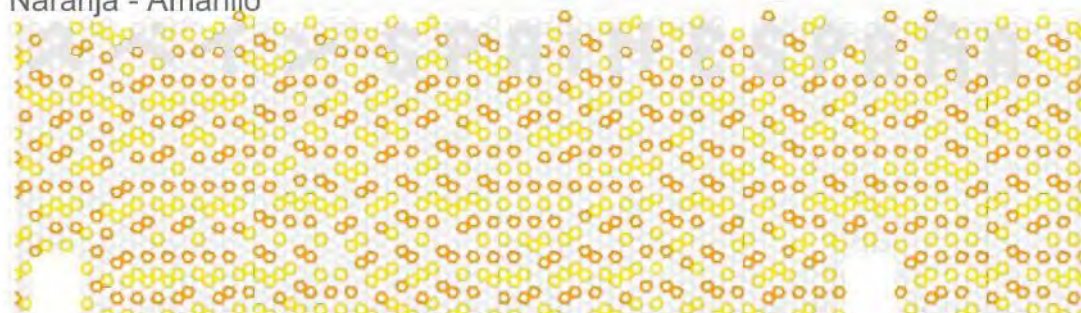


EAST ELEVATION

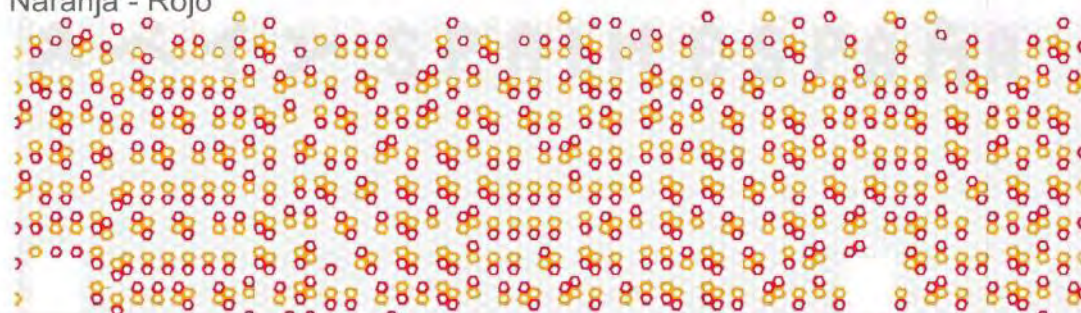


Secuencia de piezas Color Salmón y Marrón. Elaboración Propia

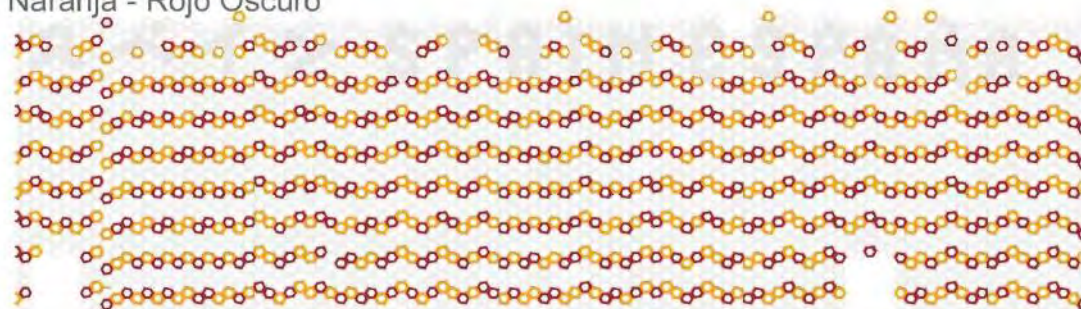
Naranja - Amarillo



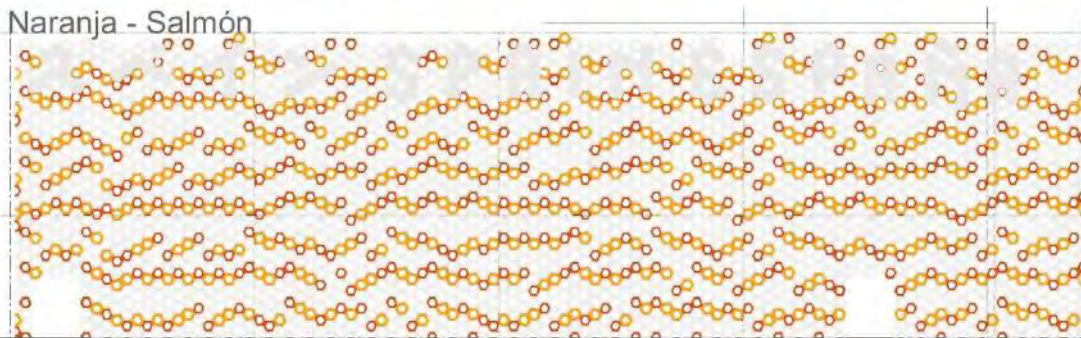
Naranja - Rojo



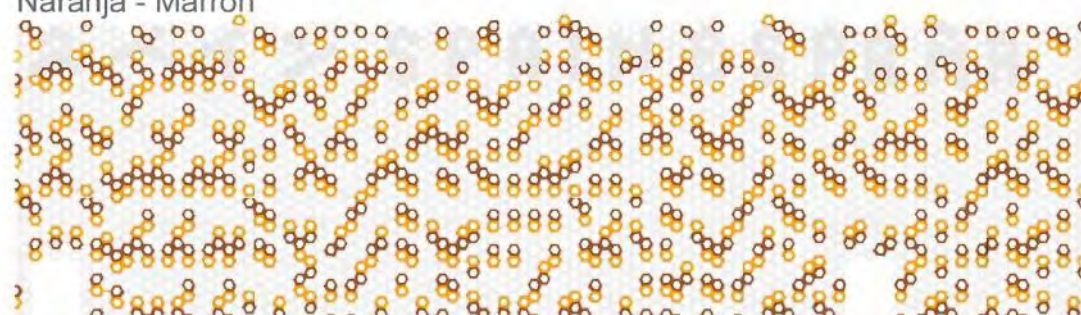
Naranja - Rojo Oscuro



Naranja - Salmón

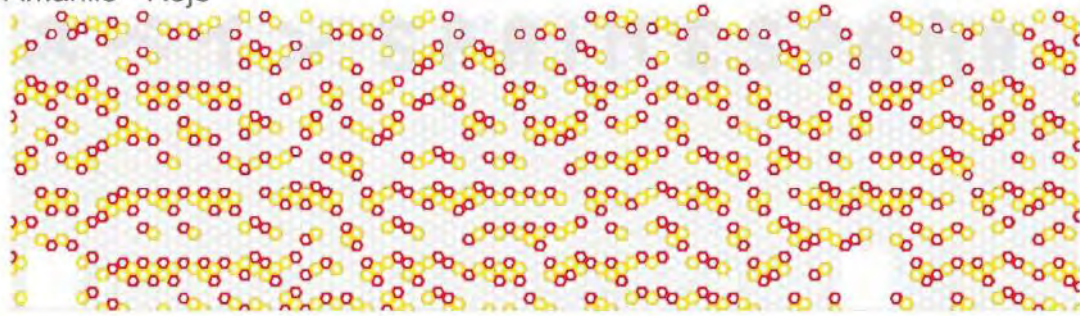


Naranja - Marrón

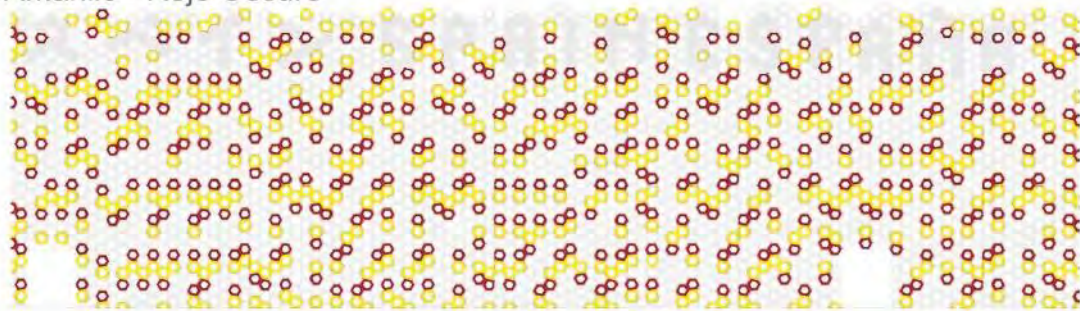


Relaciones entre las piezas según colores en Fachada Este. Elaboración propia.

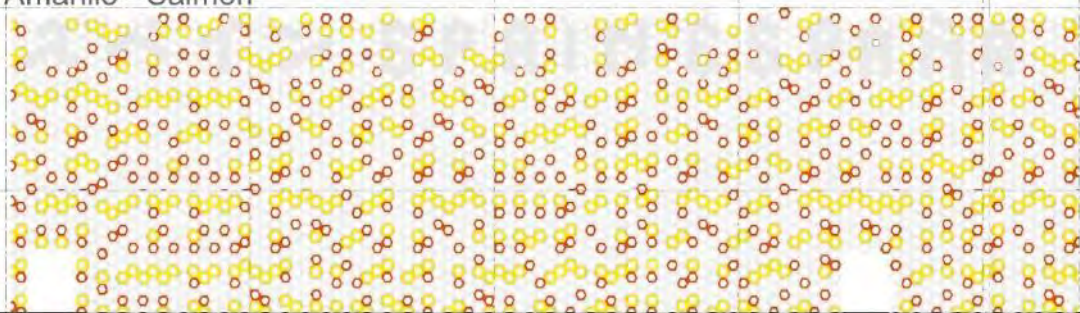
Amarillo - Rojo



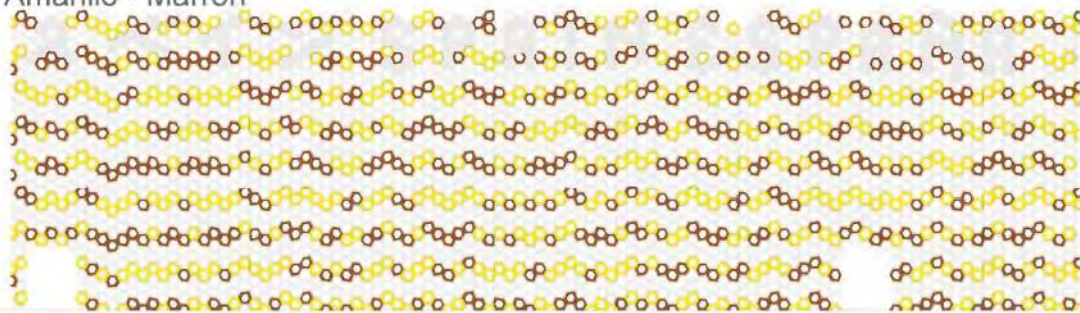
Amarillo - Rojo Oscuro



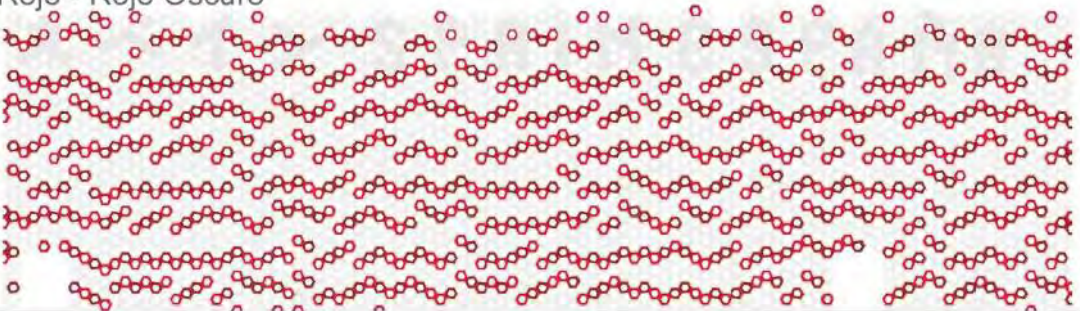
Amarillo - Salmón



Amarillo - Marrón

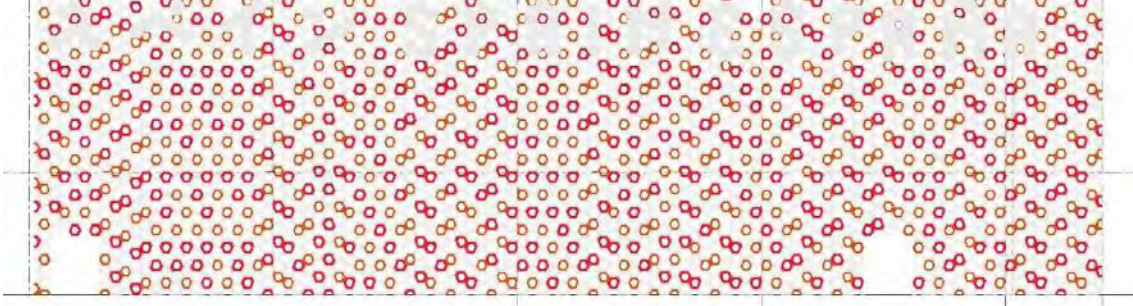


Rojo - Rojo Oscuro

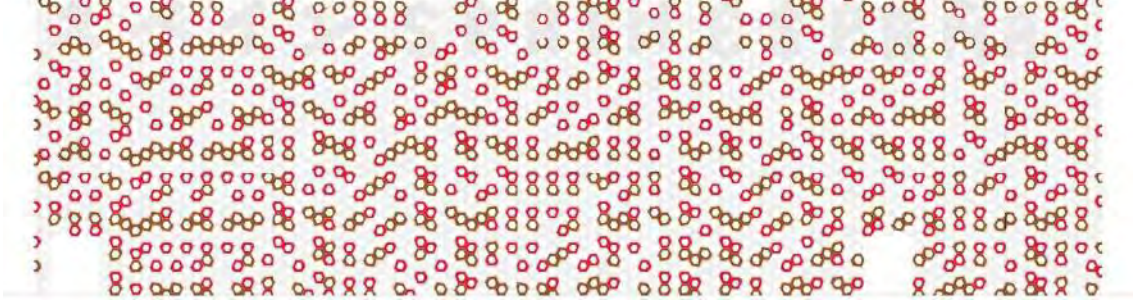


Relaciones entre las piezas según colores en Fachada Este. Elaboración propia.

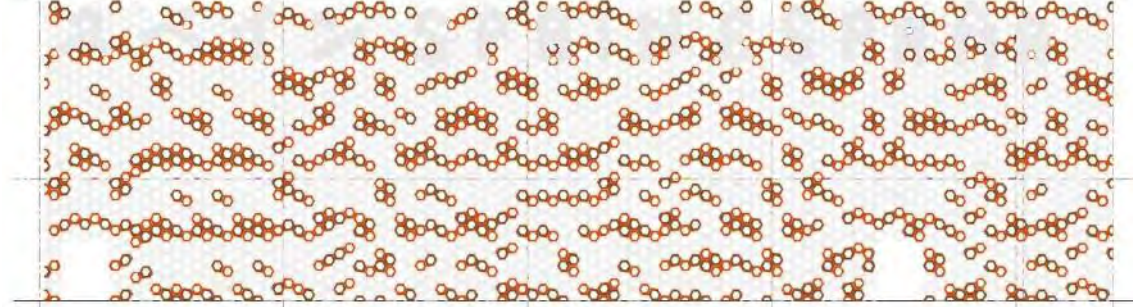
Rojo - Salmón



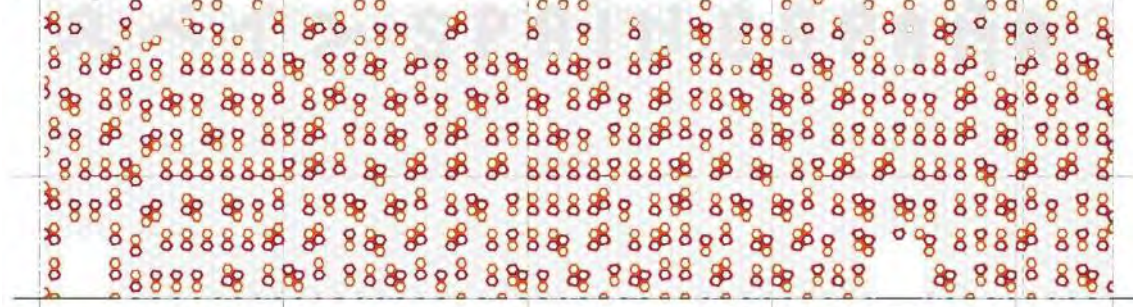
Rojo - Marrón



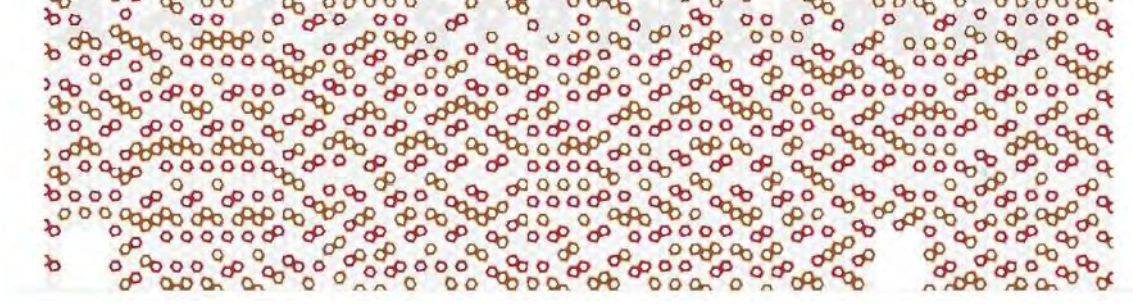
Marrón - Salmón



Rojo Oscuro - Salmón



Rojo Oscuro - Marrón



Relaciones entre las piezas según colores en Fachada Este. Elaboración propia.

Reunido el Tribunal calificador en el día _____ d _____ de _____
en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura La Salle de la Universidad Ramon Llull
el/la alumno/a Daniela Eslava Ardila

expuso su Trabajo Final de Máster, el cual tiene por título:

“TESELADOS APLICADOS EN LA FACHADA DEL PABELLÓN DE ESPAÑA EN AICH, JP
Condiciones de permeabilidad y dinamismo visual con material cerámico. “

delante del Tribunal formado por los Drs. que firman a continuación, habiendo obtenido la
calificación:



Presidente/a

Vocal

Vocal

Alumno/a
