

# BIOTECTURA

Campus de jardinería y botánica

MARINA ÁLVAREZ DÍAZ

## MEMORIA

Universidad de Alcalá

Proyecto final de máster habilitante de arquitectura

# Índice

<b>ENUNCIADO</b> .....	3
Zona de intervención	
Interpretación	
<b>DÓNDE INTERVENIR Y POR QUÉ</b> .....	3
Estudio de campo	
Evolución histórica del sitio	
Dónde intervenir	
<b>PROPUESTA</b> .....	6
Objetivo	
Explicación del proyecto	
<b>CÓMO INTERVENIR</b> .....	7
Para quién está dirigido mi proyecto – Catálogo de usuarios	
Qué contiene mi proyecto – Programa	
Localización de los usuarios y relación entre espacios y usuarios	
<b>EL PROYECTO</b> .....	9
Estrategia de ampliación	
Estrategia de diseño	
<b>FORMALIZACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	13
Composición constructiva	
Cálculos estructurales	
Instalaciones	
<b>PRESUPUESTO</b> .....	18
Resumen de presupuesto: construcción	
Resumen de presupuesto: urbanización	
Presupuesto total	

## ENUNCIADO ..... CONEXIÓN CIUDAD / CAMPO

### Zona de intervención

Se nos presenta el proyecto bajo el enunciado “conexión ciudad / campo”. La zona de intervención era amplia, centrada mayoritariamente en las inmediaciones del Palacio Real – Campo del Moro – Casa de Campo.



### Interpretación

Como primera impresión, la zona que más se ajustaba al enunciado es la intersección entre Casa de Campo y Madrid Río. Se percibe como una intención de dejar entrar lo rural en lo urbano, a partir de esa forma de embudo que se produce desde Casa de Campo, directo al centro de la ciudad.



## DÓNDE INTERVENIR Y POR QUÉ ..... ANÁLISIS PREVIOS

### Estudio de campo

Antes de elegir la zona de intervención, realicé un estudio de campo. Centré mi estudio en la zona de intersección entre lo rural y lo urbano, concretamente la zona de Madrid Río, colindante con Casa de Campo, la Huerta de la Partida y el Vivero Municipal. A continuación, se muestra un gráfico del recorrido del estudio de campo:



La intención del estudio era conocer las necesidades del entorno, a partir de un análisis DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades). Como resultado, realicé un listado de espacios que funcionan y no funcionan.

La zona que más me llamó la atención fue el Vivero Municipal, el cual hace de “barrera” entre lo urbano y lo rural. Se localiza en la entrada a Casa de Campo desde el Puente del Rey; actualmente debe ser bordeado para llegar al espacio rural. Su uso es privado y restringido al público.

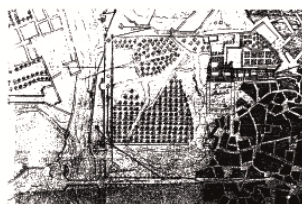
Durante la visita al Vivero Municipal, entrevisté a un trabajador. José Ramón me hizo una visita guiada por las instalaciones, además de explicarme la historia del sitio plasmado en los gráficos del contexto histórico. El Vivero Municipal se compone de tres zonas:

- Reservado Grande. Formado por parcelas de 60\*60 m aproximadamente. Son espacios de cultivo de especies de mediano y gran tamaño. No todas las parcelas se explotan; para favorecer la fertilidad de la tierra, dejan periodos de mínimo un año donde no se cultiva.
  - Resultado análisis de campo: Espacio que sí funciona.
- Reservado Chico. Recoge las instalaciones del vivero, como administración, comedor y vestuarios. Éstos servicios se organizan en torno a un patio interior, donde se cultivan especies de menor tamaño. Las instalaciones no se encuentran en buen estado. Actualmente se ha rehabilitado uno de los invernaderos y existe proyecto arquitectónico de remodelación del área administrativa.
  - Resultado de análisis de campo: Espacio que no funciona:
    1. Necesidad de rehabilitación de los servicios del Vivero
    2. Posible ampliación de las aulas existentes
    3. Zona residual en el acceso al Vivero
    4. Zona residual en el límite entre el reservado Chico / Reservado Grande.

\*\* Estudio de campo completo en el Anexo I

## Evolución histórica del sitio

Se ha considerado importante realizar un estudio histórico de la zona. La proximidad con la Casa de Vargas añade un valor histórico al conjunto. A continuación, se realiza un listado de fechas representativas, marcando en color aquellas que son más importantes para mi proyecto:

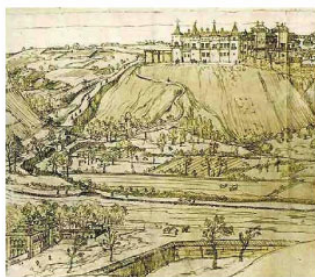


Territorio virgen antes de la construcción de la Casa de Vargas



- 1519. Construcción Casa de Vargas

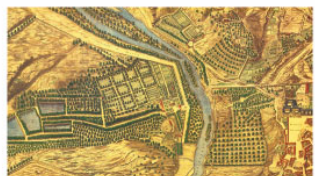
Realizada por Francisco de Vargas y Medina. También se realiza una zona ajardinada en el actual Reservado Chico.



1562. Anton Van der Wyngaerde. Se localiza la Casa de Vargas en la zona inferior izquierda



1634. Félix Castelló. Casa de Vargas con Huertas, jardines y bosques



1656. Pedro Teixeira. Dibujo de casa de Vargas y alrededores



1811 - 1822. Casa de Vargas tras la reforma de Sabatini

#### - 1562. Adquisición de la Casa de Vargas por Felipe II

No realiza modificaciones en la vivienda, pero sí en el entorno más inmediato. Se le encarga a Juan Bautista de Toledo un proyecto paisajístico que constase de la creación de jardines, estanques y grutas de ornamento. A partir de éste proyecto, pretende integrar el conjunto forestal, con el Alcázar Real.

El proyecto paisajístico consta de tres partes:

- Huertas: destinadas al abastecimiento
- Jardines: espacios de recreo
- Bosque: reservado para la caza

#### - 1767. Remodelación de Palacio de Vargas por Francesco Sabatini

El proyecto se centra en el Palacio de Vargas, sin incluir modificaciones en el entorno. El estado de los huertos y jardines empeora debido a la falta de labores de mantenimiento

#### - 1805. Inicio de la actividad del Vivero

Durante el reinado de Carlos IV, se inicia la actividad del vivero en el actual Reservado Chico. En primera instancia, la producción se destinaba a abastecer la demanda de las propiedades reales.

#### - 1931. Cesión al ayuntamiento de Madrid

Ya en 1931, la Casa de Vargas estaba deshabilitada, la apariencia de los huertos y jardines se ha perdido completamente y sólo se conserva la actividad de caza en los bosques. Tras semejante desgaste, se decide ceder la propiedad al Ayuntamiento de Madrid.

Desde el Ayuntamiento se plantea un plan urbanístico para convertir las inmediaciones de la Casa de Vargas en parque público, además de la realización del Vivero Municipal actual. La producción pasa a abastecer las necesidades del municipio.

#### - 1936 - 1939. Guerra Civil.

Durante la Guerra Civil no se daña el Palacio de Vargas, pero sí su entorno. Se pierde completamente su huella. Se amplía la superficie del Vivero Municipal hacia los jardines de la casa de Vargas y se realiza la construcción de los servicios.

#### - 1945. Inicio de actividad del Vivero Municipal

Una vez terminada la Guerra Civil, se empieza a utilizar las instalaciones del Vivero.

#### - 2010. Declaración de Bien de Interés Cultural

La casa de Vargas se declara Bien de Interés Cultural. Se abre un debate sobre la posible restauración de los jardines.

## Dónde intervenir

Se elige intervenir en la **ZONA RESIDUAL DEL RESERVADO CHICO**, correspondiente al actual acceso al recinto. Se elige dicha zona por considerarse de gran potencial tanto a nivel interno del Vivero, como su relación con el entorno y la plusvalía que puede ofrecer al sitio. En la siguiente imagen se muestra la zona de intervención elegida:



Ésta zona tiene varias carencias, algunas de ellas son:

- El acceso al Vivero. Se encuentra en una zona poco y mal señalizada. Actualmente se utiliza como parking de coches para los trabajadores.
- Reservado Chico. A pesar de pertenecer al Vivero, es la única zona que no está utilizada. Se utiliza como parque, aunque suele tener mucha concurrencia por estar cerrado al público, salvo en horario especial. Se trata de la zona de mayor carga histórica, ya que fue donde se alojaron los jardines y bosques de la Casa de Vargas en el proyecto de 1562.
- Servicios del Vivero. Los edificios que dan servicio a los trabajadores, se encuentra en estado deteriorado. Sería necesaria una reforma integral de las instalaciones. También ha de destacarse la mala organización del programa en el conjunto.
- Educación. Actualmente existe una única aula donde se imparten cursos para trabajar en los departamentos municipales de jardinería. Las condiciones de éste aula se encuentra muy deteriorado.

## PROPUESTA ..... BIOTECTURA

### Objetivo

El Vivero Municipal se encuentra en el centro de esa conexión ciudad – campo que he interpretado. La permeabilidad del Vivero, o el simple acercamiento a este punto, realizará una apertura hacia Casa de Campo. Reactivando esta zona, se espera una conexión con Casa de Campo más fluida y no tan contrastada como en el momento actual.

Una actividad en común que tiene el campo y la ciudad, es el cultivo. En el espacio rural, se realiza de manera masiva, en grandes superficies de terreno; sin embargo, en lo urbano, se realiza de manera más simplificada, en forma de huertos urbanos o similares. El objetivo del proyecto es poner un término medio a esta misma actividad. Se recoge la actividad agrícola, tan característica del paisaje español, en el corazón de la ciudad.

Por lo tanto, los objetivos del proyecto son:

- Reactivación de la zona “conexión ciudad – campo”, con una intención de apertura hacia Casa de Campo
- Unión de actividades a partir del cultivo
- Rehabilitación de la zona residual del Vivero municipal.

### Explicación del proyecto

Biotectura es un campus dedicado al estudio de la jardinería y la botánica. Se trata de una ampliación de las actuales infraestructuras del Vivero Municipal, donde se imparten cursos para trabajar en los departamentos de jardinería del ayuntamiento. La idea es abrirlo al público, plantear otro tipo de usuario y no solo para trabajadores municipales. Se quiere dotar de unas instalaciones que atraiga un público variado, con un hobby común, la jardinería.

El concepto general gira en torno al cultivo. Se puede considerar un proyecto urbanístico, dejando la construcción en un segundo plano. Predominan las zonas verdes y los espacios abiertos. Las construcciones se corresponden con aquellos usos que den servicio a la actividad práctica del cultivo, como por ejemplo vestuarios y almacenes.

El proyecto se compone de dos plantas. En la planta baja se distribuyen todos los servicios de educación, comercio y administración. Todos los espacios en estarán conectados y protegidos por una envolvente, la cubierta. En planta primera se transmite una vista de espacio rural, dedicándola en su totalidad al cultivo. Se plantea como un espacio diáfano, donde asomen las copas de los árboles de planta baja y existan perforaciones que delimiten los espacios y que coincidan con los patios inferiores.

## CÓMO INTERVENIR ..... PLANTEAMIENTO FUNCIONAL

### Para quién está dirigido el proyecto / Catálogo de usuarios

Una vez definido el espacio que voy a ocupar y el uso principal, planteo para quién está dirigido el proyecto. Se espera conseguir un espacio que sirva de punto de encuentro para personas que quieran obtener conocimiento sobre jardinería, que quieran practicarla o que quieran observarla. Al querer orientar el proyecto a un amplio tipo de persona, con objetivos y necesidades diferentes, realizo un “catálogo de usuarios” y así tratarlos por grupos.

El catálogo de usuario se divide en tres grupos principales:

- Educación – Residentes. Son los estudiantes que imparten o participan en cursos teórico / prácticos.
- Práctica – Externos. Es el tipo de usuario que accede al campus para practicar la jardinería. Pueden tener parcelas alquiladas o pertenecer a un grupo asociado a actividades en el campus.
- Visitantes – Ajenos. Son aquellos que van como acompañantes u observadores.

Dentro de ésta primera categoría, los tipos de usuarios establecidos son:

- Estudiante interno (Residente): reciben cursos del ayuntamiento de Madrid. Se corresponde a la ampliación de las aulas existentes. Utilizan las actuales instalaciones del Vivero como actividad práctica.
- Estudiante externo (Residente): reciben cursos desarrollados por el campus. Pueden ser personas con o sin conocimiento previo sobre jardinería.
- Profesional (Residente): imparten cursos o asisten a seminarios. Es un tipo de usuario con conocimientos previos sobre jardinería.
- Comunitario (Externo): usuario muy diverso, que comparte una pasión por la jardinería. Huertos urbanos.
- Infantil (Externo): usuario parecido al comunitario, pero de un rango de edad determinado. Este tipo de usuario deberá asistir con acompañante, ya sea familiar o por grupos organizados.
- Visitante (Ajeno): tipo de usuario esporádico. No participa, solo observa.



ESTUDIANTE  
INTERNO



ESTUDIANTE  
EXTERNO



PROFESIONAL



COMUNITARIO



INFANTIL



VISITANTES

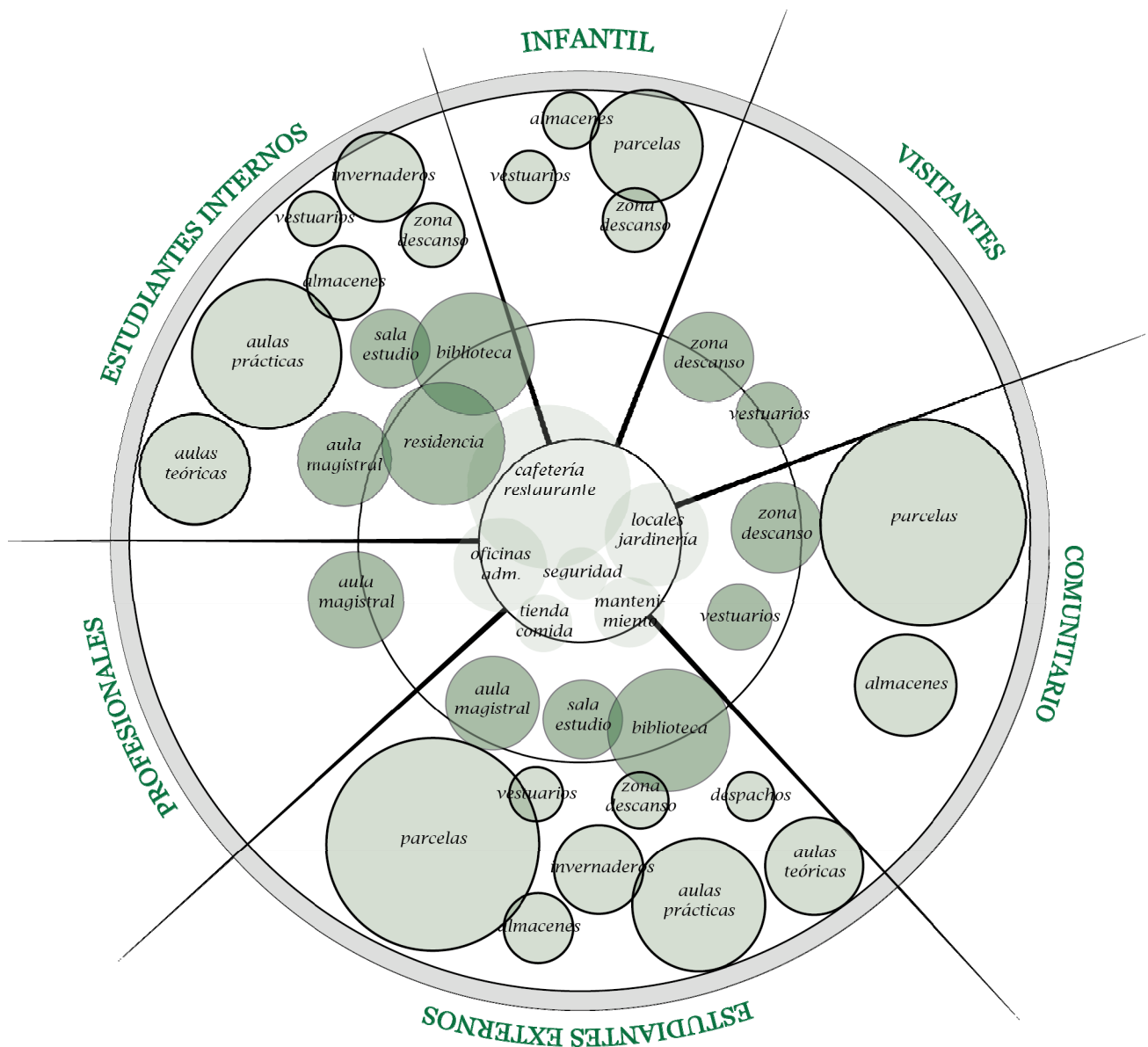
\*\* Catálogo de usuarios completo en el Anejo I

## Qué contiene mi proyecto / Programa

Una vez conozco los tipos de usuarios para los que está destinado el proyecto, es momento de realizar el programa. Como conexión entre los usuarios y el programa, he asignado un personaje a cada tipo de usuario. Con cada personaje he inventado una historia que relate la interacción que tienen esas personas en el campus. Por decirlo de otra manera, he imaginado un “día a día” en el campus, donde sus actividades se hacen en la arquitectura que la hace posible.

Se desarrolla el programa a partir de éstas historias. A continuación, se muestra el gráfico del programa general, organizado en función de cada tipo de usuario:

El gráfico es circular ya que se expone una relación público (centro) – privado (excéntrico). Todas las actividades que se encuentran en el centro, son comunes para los usuarios, sin embargo, aquellas que estén más alejadas del centro son privadas y deberán de realizarse tantos tipos como usuarios.



En el ámbito educativo, como apoyo al desarrollo del programa, he realizado un estudio de los cursos de jardinería impartidos en España. El objetivo de éste estudio es conocer qué tipo de clases se imparten, además de la ocupación de las clases. Los resultados del estudio son:



- Existen dos tipos de cursos: de larga y corta duración. Se pueden impartir cursos que duren un par de meses o hasta 3 años.
- La ocupación varía entre 15 – 35 alumnos por clase. Se propone la realización de dos tamaños de clases.

\*\* Estudio completo en el Anexos I

## Localización de los usuarios y relación entre espacios y usuarios

Dentro del campus, era importante establecer la localización de cada usuario y las interacciones entre usuarios. Un correcto posicionamiento del programa, es esencial para una buena circulación y flujos de movimiento. En primer lugar, establezco unos “aros de privacidad”, siendo el centro lo público y ganar privacidad a medida que te alejas.

En el centro, cerca del acceso, localizo aquellas actividades que sean comunes para todos los usuarios. En los siguientes gráficos se muestra la localización e interacción entre usuarios, a partir de los cuales se genera la distribución del programa.

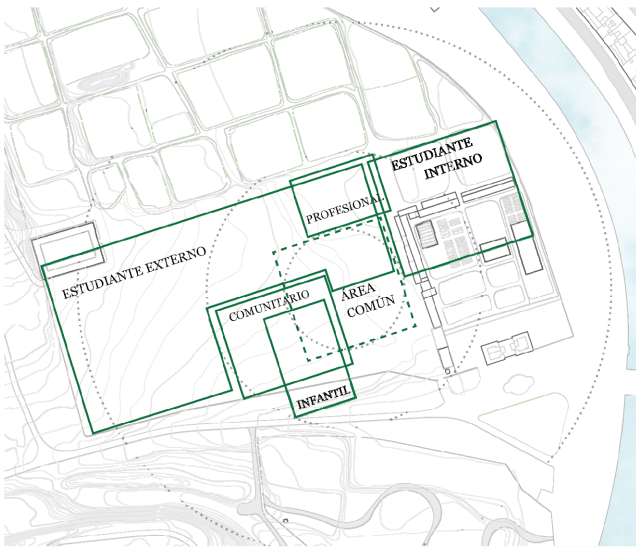


Gráfico 1. Localización de los usuarios

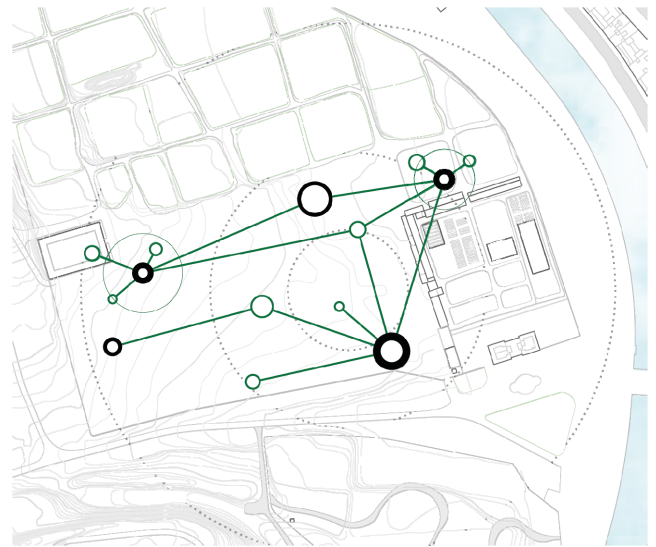


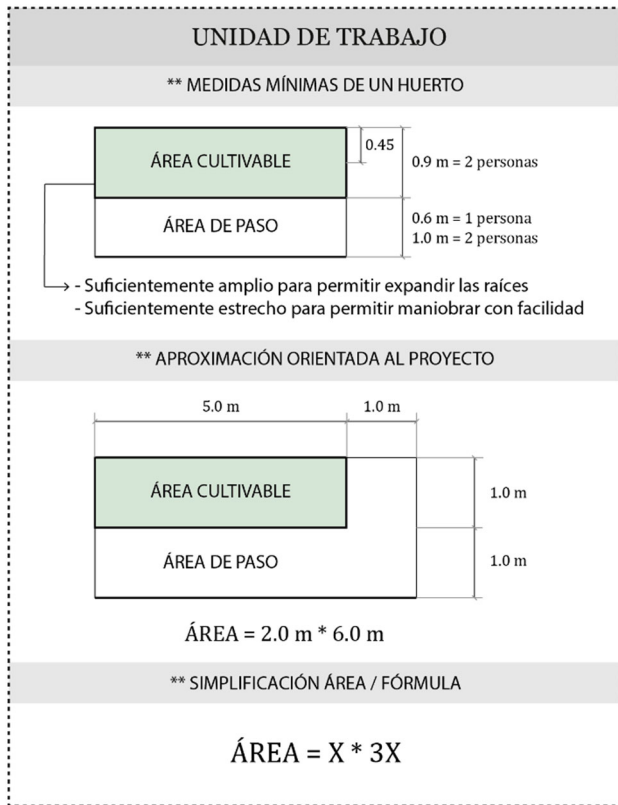
Gráfico 2. Relación entre espacios y usuarios

## EL PROYECTO ..... PLANTEAMIENTO PROYECTUAL

### Estrategia de diseño

En el campus Biotectura, todo gira en torno al cultivo, y para el diseño de las construcciones se ha tenido una influencia directa. En primer lugar, se ha elegido utilizar un tipo de arquitectura modular, que siga un patrón de medida. Para elegir éste patrón, se hizo una simplificación de la unidad de medida mínima de un huerto.

En las medidas de un huerto se tuvo en cuenta la superficie de cultivo y la superficie de paso. El área de la unidad es de 2 \* 6 m, cuya simplificación es X \* 3X. A continuación, se explica de manera gráfica lo expuesto:



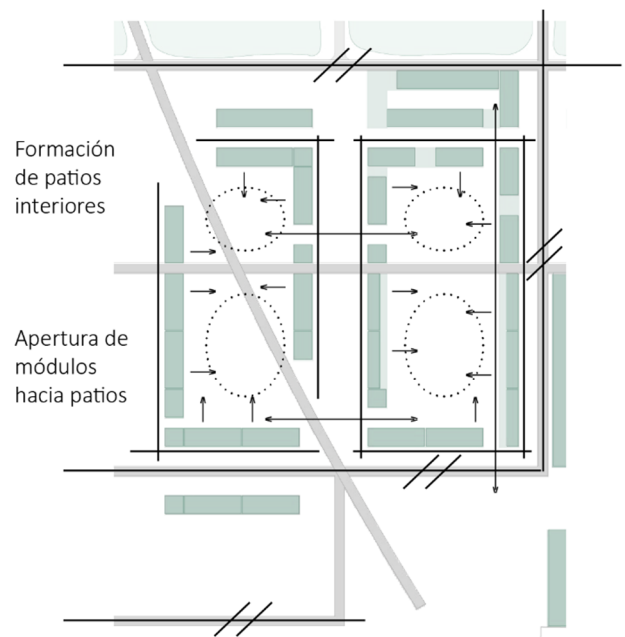
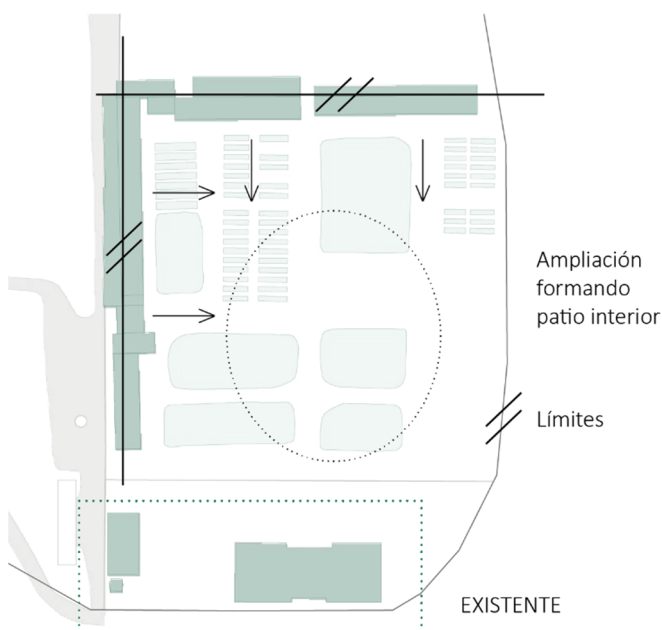
A partir de ésta fórmula, establezco las medidas de los módulos del campus. Algunos ejemplos de módulos son:

- Módulo tipo 1: 3 \* 9 m --- Habitaciones
- Módulo tipo 2: 6 \* 18 m --- Aulas
- Módulo tipo 3: 9 \* 27 m --- Invernaderos

### Estrategia de ampliación

Antes de plantear la distribución de los módulos en el campus, quise entender bajo qué parámetros se había realizado la formación de las instalaciones del Vivero. Según interpreto, se realizó una construcción en L, siendo un ala paralela a la Casa de Vargas, y el extremo perpendicular se entiende como una extensión de las grutas existentes.

Se construye un muro que encierra la actividad del Vivero Municipal y que forma un patio interior con las nuevas instalaciones del Vivero. Según la distribución actual, la formación de éste patio cerrado se utiliza como zona de cultivo de arbustos y plantas de pequeño tamaño. Las propias construcciones sirven de límites de éste patio.



Ahora bien, para la composición del campus, he recogido ésta estrategia de límites y patios interiores.

En primer lugar, se recupera el trazado reticular de vías que conforman el Reservado Grande. A partir de éste trazado se delimitan los caminos y las parcelas de 60 \* 60 metros. Sobre ésta retícula se colocan las vías principales.

Se han diseñado dos tipos de vías, de límite y permeables, con pilares inclinados o con pilares verticales respectivamente. Se colocarán las vías principales a partir de pilares inclinados en aquellas zonas donde quiera establecer un límite, es decir, que quiera restringir el paso de una manzana a otro, ya sea por incompatibilidad de usos o como cierre del campus. Para establecer qué tipo de vía colocar, ha sido fundamental conocer el programa, los usuarios y tener claro los flujos de recorrido.



Una vez establecidas las manzanas, empiezo a distribuir los módulos. Éstos se separan 6 metros de las vías principales, dejando un patio exterior en el perímetro de las manzanas. Hacia el interior, los módulos también se separan de las circulaciones secundarias, a partir de unas zonas ajardinadas, a excepción de módulos que requieran de acceso directo, como es el caso de la zona comercial. En general, el acceso al módulo se realizará por una vía perpendicular a la circulación secundaria.



En la zona interior, se encerrarán unos jardines interiores. Los propios módulos hacen de límite de estos patios, cuyo uso queda limitado a los usuarios de cada manzana. Los módulos están distribuidos de tal manera que queden huecos que permitan el paso de unas manzanas a otras, en función de la compatibilidad de usos.

## Composición del proyecto

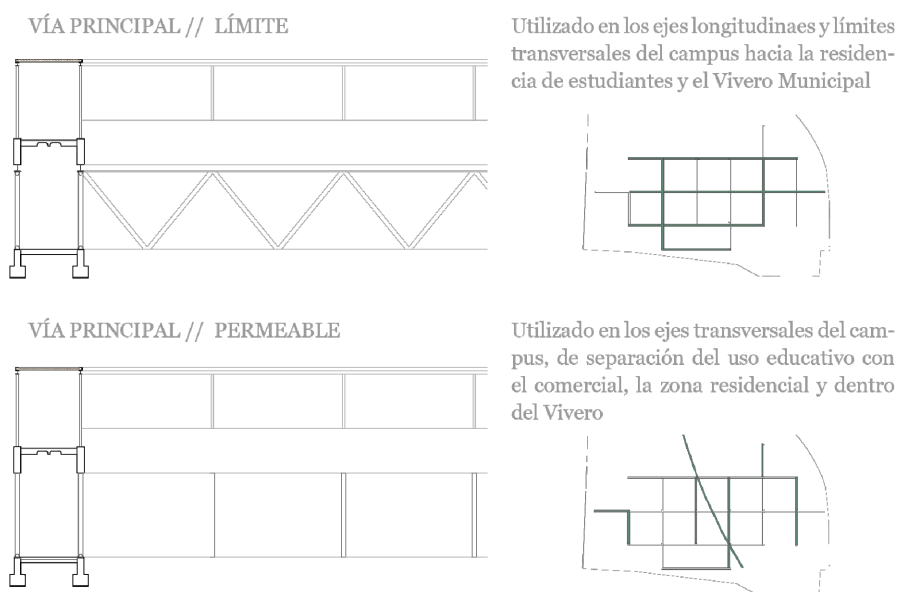
El proyecto se compone de tres unidades fundamentales. Las circulaciones o vías principales, los módulos que dan servicio al campus y las zonas verdes, diferenciando entre patios, jardines y cultivos.

- Vías principales

Las circulaciones han resultado determinantes durante el proceso de diseño del campus. Su trazado surge de la ampliación de la retícula existente del Vivero Municipal (Reservado Grande). A partir de ésta retícula se establecen las vías principales, dando solución al problema de circulaciones de los tipos de usuarios, estableciendo unas vías de

buen tamaño que permita un flujo fluido. Previendo la ocupación y el flujo de las vías, se decide una dimensión de 3 metros de ancho, por un largo variable. Las vías encierran manzanas, donde se dispone la actividad del campus, con una dimensión de 60 \* 60 m.

Con respecto a la comunicación entre las manzanas, se han diseñado dos tipos de vías principales, de límite o permeable. La diferencia entre ellas es la facilidad de cruzar de una manzana, con un uso determinado, a otra manzana. Las vías permeables se localizan en aquellos cruces de manzanas de mismo uso o compatibles. Y las vías límite se localizan en los límites del campus y como delimitación entre manzanas de usos no compatibles.



- Módulos

Como ya se ha mencionado, se ha elegido utilizar un tipo de arquitectura modular. Las dimensiones del diseño tienen una influencia directa con los campos de cultivo, estableciendo unas medidas X \* 3X. Los diferentes servicios / módulos que componen el campus son los siguientes:

- Aulas pequeñas. 2 * (6 * 9)	- Vestuarios. 6 * 18	- Comercio pequeño. 6 * (6 * 3)	- Residencia. 6 * 18	- Aseos. 6 * 6
- Aulas grandes. 6 * 18	- Almacenes. 6 * 18	- Comercio grande. 3 * (9 * 6)	- Habitaciones. 3 * 9	- Núcleo de comunicación vertical. 6 * 6
- Biblioteca. 4 * (6 * 18)	- Invernaderos. 6 * X	- Tiendas. 6 * 18	- Administración. 3 * (6 * 6)	

- Zonas verdes. Patios / jardines / cultivos

Como ya se ha mencionado en el contexto histórico, durante la remodelación del palacio de Vargas de 1562, se realizó un proyecto paisajístico que diferenciaba tres tipologías de zonas verdes: bosques, jardines y huertos.

Los bosques eran zonas delimitadas, con vegetación no controlada; se utilizaban principalmente para cazar. Los jardines, por otro lado, eran zonas de vegetación controlada, de superficie más pequeña que los bosques y cuya función era embellecer el paisaje, utilizándose como puntos de reunión o para paseos clandestinos. Por último, los huertos tenían como función el abastecimiento cotidiano. He querido recuperar la distinción entre las tres tipologías de zonas verde:

- **Patios.** Zonas de vegetación existente. Se componen mayoritariamente de plátanos en hiladas, que dejan entre ver el trazado original de los caminos, y sobre el cual se han trazado las vías principales. Se utilizará vegetación autóctona que no requiera mantenimiento.

- **Jardines.** Áreas de recreo y descanso. Se componen de vegetación pequeña / mediana, así como árboles autóctonos.

- **Cultivo.** Delimitación de zonas de cultivo, utilizadas con fines educativos y para autoabastecimiento de locales comerciales del campus.

\*\* El cuidado y mantenimiento de todas las zonas verdes son parte de las asignaturas prácticas que se realizan en el campus

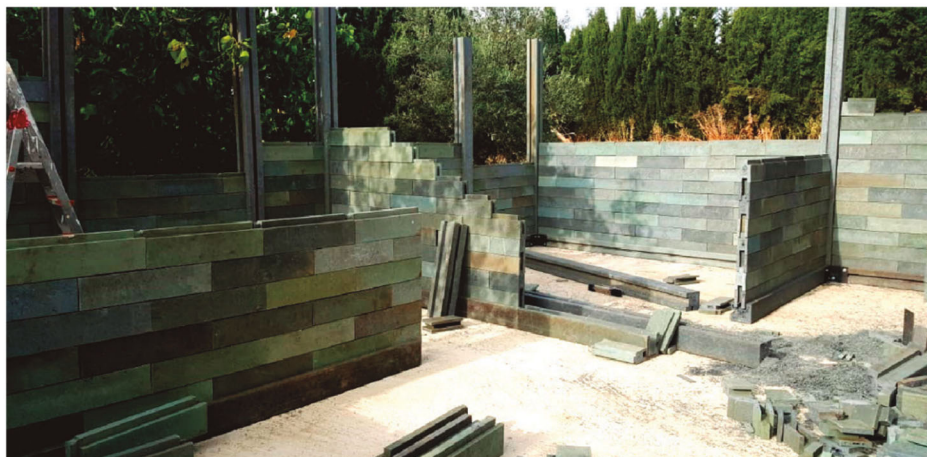
## FORMALIZACIÓN DEL PROYECTO ..... EJECUCIÓN

### Composición constructiva

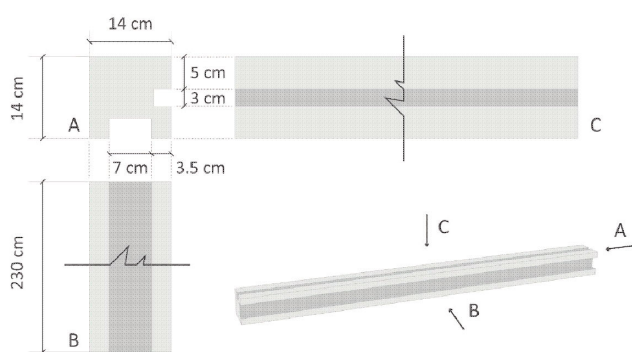
La construcción del proyecto se puede dividir en dos tipos fundamentales. Por un lado, está la construcción de los módulos y por otro, el de la cubierta. Se utilizan sistemas constructivos diferentes, así como el tipo de material.

- Los módulos.

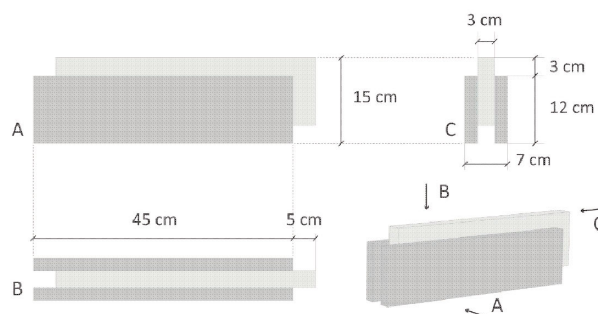
Para los módulos se ha elegido utilizar bloques arquitectónicos de plástico reciclado. En España existen solo dos proyectos realizados con éste material, ambos utilizando el mismo sistema. La composición de los bloques es de 30% de Polietileno de Baja Densidad (PEBD), 30% de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) y 35% de Polipropileno (PP). Para el 5% restante se utilizan aditivos que aumenten la resistencia mecánica y contra el fuego, así como una mezcla de plásticos como PET, PS, ABS y PVC.



Los bloques arquitectónicos se obtienen a partir de proceso de extrusión, donde se calienta la mezcla y se mete en moldes. Se obtienen bloques de dos tipos, estructurales y no estructurales. Ambos bloques son diseñados con forma de ensamblaje, para realizar una construcción ensamblada sin necesitar de otro tipo de materiales o adherentes.

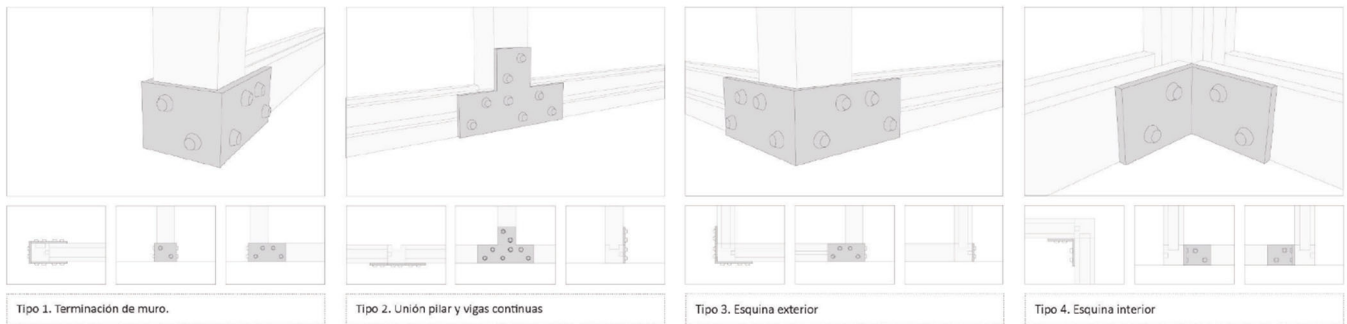


Bloque arquitectónico estructural



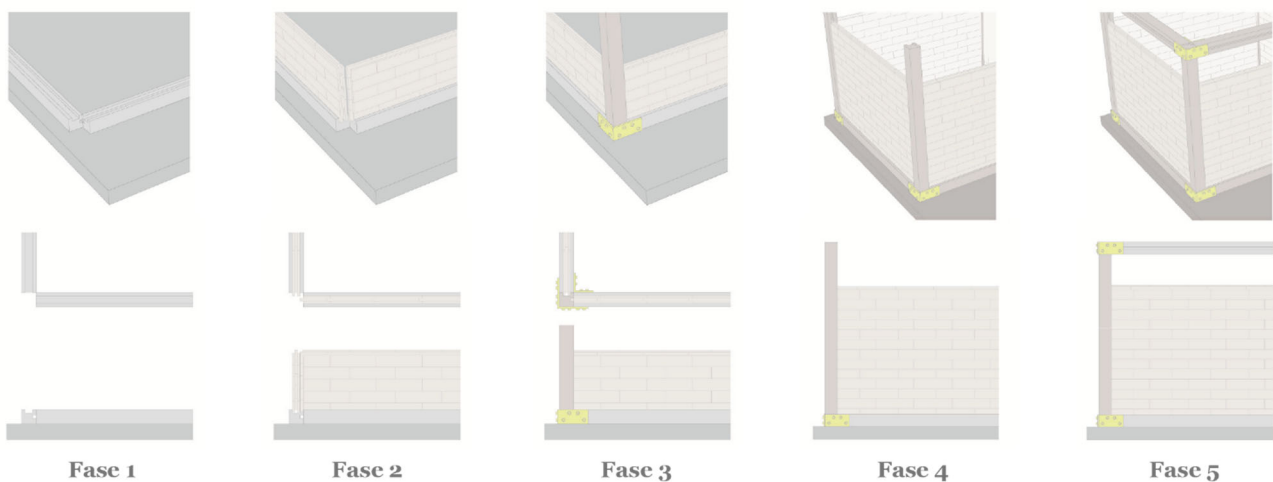
Bloque arquitectónico no estructural

Para las uniones de los bloques arquitectónicos estructurales, se utilizan pletinas metálicas. A partir de las pletinas dibujadas a continuación, se solucionan todas las uniones de la estructura.



El sistema constructivo es diferente al sistema tradicional de construcción. En primer lugar, todo cerramiento o partición interior realizada con los bloques arquitectónicos no estructurales, deben ir encima de bloques estructurales. Se construye el cerramiento hasta las primeras 5 hiladas y después se añaden los bloques arquitectónicos verticales (pilares). Se utilizan herramientas auxiliares como mazos y cuerdas tensoras para colocar las piezas y anclar los bloques estructurales a partir de las pletinas metálicas.

Se continúa con la construcción de los cerramientos hasta colmatar los muros, y se vuelve a colocar encima los bloques estructurales. La cubierta quedará apoyada y posteriormente anclada a partir de pletinas metálicas. A continuación, se muestra un gráfico explicativo de las fases constructivas:



\*\* Se ha añadido a los anexos los resultados de una investigación realizada sobre el material y sus aplicaciones. Se recogen los procesos constructivos de la construcción con plástico reciclado de los dos proyectos realizados en España y una matriz de verificación realizada para comprobar la empleabilidad del material en función de las características del material y las exigencias del Código Técnico. Anexo II

- La cubierta

Para la cubierta se ha necesitado utilizar materiales de mayor resistencia mecánica. Se compondrá de pilares metálicos y de forjado bidireccional, tipo Holedeck.

Los pilares que soportarán la cubierta se distribuyen por las vías principales y en el perímetro de los huecos de los patios. Los pilares de las vías principales son redondos de 25 cm de diám. y los de patio son dobles UPN de 30 cm.

El tipo de forjado utilizado es Holedeck XoXL 50. Algunas de las características del material son:

- Peso propio: 5,49 KN/m<sup>2</sup>
- Volumen de hormigón: 0,22 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>
- Inercia: 578.770 cm<sup>4</sup>/nervio
- Módulo de flexión: 29.756,8 cm<sup>3</sup>/nervio (desde arriba); 15.210,8 cm<sup>3</sup>/nervio (desde abajo)

\*\* Características del material completas, sacadas del prontuario de la página Web de Hodeck en el Anexo II

### Cálculos estructurales

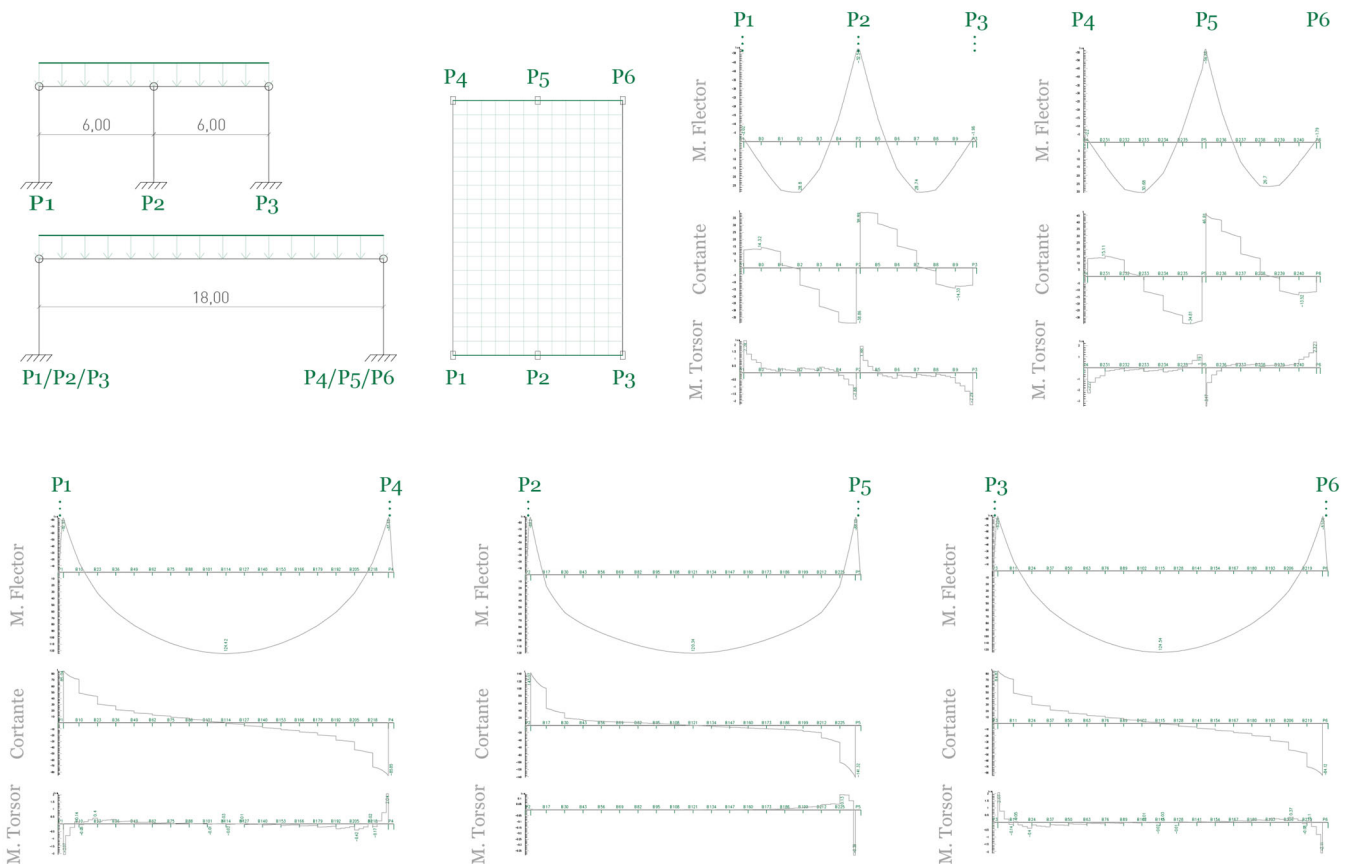
La cubierta se ha diseñado sobre una retícula de 6 \* 6 m. Cada sector / manzana de 60 \* 60 m, delimitado por las vías principales en planta baja, funciona de manera independiente. En cada sector, se abren huecos que se corresponde a los patios. La cubierta funciona como una consecución de pórticos, cuyas medidas son:

- 6 \* 6 m
- 6 \* 12 m
- 6 \* 18 m

Éstos pórticos van desde los pilares de las vías principales, hasta los pilares del perímetro del patio. Se ha realizado un cálculo estructural sobre el pórtico 6 \* 18 m, por ser el más desfavorable. Al pórtico se le han añadido los siguientes coeficientes parciales de seguridad por cada cargas o esfuerzos:

Cargas		Favorable	Desfavorable
PP. Peso propio	Estructura	1.000	1.500
CM. Cargas muertas 1	Terreno cultivo	1.000	1.6000
CM. Cargas muertas 2	Vegetación	0.800	1.350
Qa. Cargas de uso 1	Personas	1.050	1.500
Qa. Cargas de uso 1	Depósito de agua	1.120	1.600
V. Viento		0.960	1.600
N. Nieve		0.000	1.600

Los resultados de los cálculos estructurales son los siguiente:



\*\* En los Anexos II se han añadido detalles constructivos de las zapatas de pilas y las vigas; así como un listado de armados de viga y desplazamientos de pilares.

## Instalaciones

De las instalaciones del campus, la más particular y sobre la cual he realizado la investigación, es la recogida y reutilización de agua pluvial. Al destinarse gran parte del proyecto a zonas verdes y, en concreto, al cultivo, la demanda de agua será muy alta. Para afrontar esta demanda se utilizarán depósitos de agua que recojan el agua pluvial o el agua residual tras el cultivo.

Se van a utilizar dos tipos de depósitos:

- Depósitos in situ bajo suelo técnico – en la cubierta
- Depósitos prefabricados enterrados – en planta baja

¿Por qué se hace ésta distinción? Por optimización del espacio y de energía. En la cubierta, quitando la superficie destinada a las vías principales, se utilizará como zona de cultivo en su totalidad, por lo que la demanda de agua será alta. En caso de utilizar depósitos prefabricados de recogida de agua desde planta baja, a la hora de utilizarla se necesitaría bombas de agua para volver a subir el agua a planta cubierta.

- Depósitos in situ en planta cubierta

Para evitar el transporte del agua, se ha decidido hacer un depósito in situ en la cubierta. Éste depósito irá directamente encima del forjado. Se plantea una separación en sectores / piscinas, plasmado de manera gráfica en el panel 11 de la entrega. Hay tres tipos de sectores en función de los pórticos. Las dimensiones de éstos sectores son 6 \* 12 m; 12 \* 12 m; 12 \* 18 m.

A continuación, se calcula la capacidad total de los depósitos de agua de la cubierta, teniendo en cuenta que la altura media por depósito es de 15 cm:

- Piscina 1: 6 m \* 12 m = 72 m<sup>2</sup>

72 m<sup>2</sup> \* 0,15 m = 10,8 m<sup>3</sup> = 10.800 L 10.800 \* 5 pisc. = 54.000 L

- Piscina 2: 12 m \* 12 m = 144 m<sup>2</sup>

144 m<sup>2</sup> \* 0,15 m = 21,6 m<sup>3</sup> = 21.600 L 21.600 \* 52 pisc. = 1.123.200 L

- Piscina 3: 12 m \* 18 m = 216 m<sup>2</sup>

216 m<sup>2</sup> \* 0,15 m = 32,4 m<sup>3</sup> = 32.400 L 32.400 \* 32 pisc. = 1.036.800 L

CAPACIDAD DE DEPÓSITOS DE AGUA EN CUBIERTA:

54.000 + 1.123.200 + 1.036.800 = 2.165.400 L

La capacidad total de los depósitos en cubierta es de 2.165.400 L. Teniendo en cuenta que la superficie cultivable de la cubierta es de 16.562,2 m<sup>2</sup> y que la estimación de agua dedicada al cultivo es de 450 L/m<sup>2</sup>, el agua que se necesita para la cubierta es la siguiente:

AGUA NECESARIA PARA LA CUBIERTA:

16.562,2 m<sup>2</sup> \* 450 L/m<sup>2</sup> = 7.453.066,5 L



- Depósitos prefabricados en planta baja

Los depósitos prefabricados elegidos son de la marca GRAF, los cuales dieron una charla en clase y quienes me inspiraron para el desarrollo de ésta idea. Se han realizado una serie de cálculos con el objetivo de saber la cantidad aproximada de depósitos que necesitaría instalar.

### 1. Volumen de agua recogida anual:

En primer lugar, se va a calcular el volumen de agua de lluvia que puede recogerse. Los cálculos que se muestran a continuación, corresponden con la cantidad recogida en la cubierta y en las zonas ajardinadas y de cultivo vistas en la planta baja:

Pluviometría anual (L/m <sup>2</sup> /año):	415 L/m <sup>2</sup>	Valor de pluviometría de la Comunidad de Madrid
Superficie de recogida de agua CUBIERTA (m <sup>2</sup> ):	23.430,17 m <sup>2</sup>	Superficie total de la cubierta
Superficie de recogida de agua PLANTA BAJA (m <sup>2</sup> ):	21.034,99 m <sup>2</sup>	Superficie de jardines y cultivos en planta baja
Factor de aprovechamiento:	0,5	Depende del material. Como se recoge desde zonas ajardinadas

$$\text{AGUA RECOGIDA (L/año): } 415 \text{ L/m}^2 * 23.430,17 \text{ m}^2 + 21.034,99 \text{ m}^2 * 0,5 = 9.226.520,7 \text{ L/año}$$

### 2. Volumen de agua necesario para cubrir las necesidades:

Para calcular el volumen de agua necesaria, se contempla es consumo por parte de los ocupantes del campus y por las zonas de cultivo de la planta cubierta y de la planta baja. Se estima una necesidad de agua de 1.000 L por personas y 450 L / m<sup>2</sup> para cultivo.

OCUPACIÓN (por tipo de usuario):	1.057 personas
SUPERFICIE DE CULTIVO (m <sup>2</sup> )	27.572,39 m <sup>2</sup>
- Planta baja: =	11.010,02 m <sup>2</sup>
- Planta cubierta =	16.562,37 m <sup>2</sup>

$$\text{VOLUMEN NECESARIO: } 1.057 \text{ personas} * 1.000 \text{ L/persona} + 27.572,39 \text{ m}^2 * 450 \text{ L/m}^2 = 13.464.575,5 \text{ L/año}$$

### 3. Capacidad necesaria para el deposito

Para el cálculo se busca la media de la cantidad de agua que se puede recoger y la cantidad de agua que se necesita durante un año. También se tiene en cuenta la cantidad de días que se tendrá agua disponible sin que llueva, llamándolo periodo de reserva y estableciéndolo en 90 días (tres meses).

- Cantidad de agua que se puede recoger: 9.226.520,7 L/año
- Cantidad de agua que se necesita: 13.464.575,5 L/año
- Nº de días en periodo de reserva: 90 días

$$\text{MEDIDA DEL DEPÓSITO: } (9.226.520,7 \text{ L/año} + 13.464.575,5 \text{ L/año}) / 2 * 90 / 365 = 2.797.532,40 \text{ L}$$

#### 4. Cantidad de depósitos

Según los cálculos realizados, se necesita acumular una cantidad de 2.797.532,40 L. Si se resta a la cantidad que puede acumularse en los depósitos de la planta cubierta, queda un total de 632.132,40 L a cubrir por los depósitos prefabricados. De los modelos existentes, se elige utilizar depósitos de 10.000 L. Por lo tanto, la cantidad de depósitos que se utilizarán son:

CANTIDAD DE DEPÓSITOS:  $2.797.532,40 \text{ L} - 2.165.400 \text{ L} / 10.000 =$  **63,21 Depósitos**

\*\* Se ha añadido a los Anexos II las características del depósito, extraído del catálogo oficial de GRAF

## PRESUPUESTO

### Resumen del presupuesto: Construcción

En la presente partida se incluye toda la parte de construcción del proyecto, referente a la cubierta y la totalidad de los módulos. En el apartado de instalaciones se contemplan aquellas asociadas a los módulos.

Valor de construcción estimado: **800 €/m<sup>2</sup>**

Metros cuadrados totales: **43.430,17 m<sup>2</sup>**

Presupuesto total: **34.744.136 €**

<i>Resumen desglose de presupuesto</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Presupuesto</i>
- <i>Movimiento de tierras</i>	5%	1.737.206,8 €
- <i>Estructura*</i>	30%	10.423.240,8 €
- <i>Construcciones*</i>	40%	13.897.654,4 €
- <i>Instalaciones</i>	20%	6.948.827,2 €
- <i>Gestión de residuos</i>	3%	1.042.324,08 €
- <i>Seguridad y salud</i>	2%	694.882,72 €

\* Estructura: incluye los pilares y forjado que componen la cubierta. No incluye la estructura de las construcciones, pero si las cimentaciones y losas.

\* Construcciones: incluye los bloques arquitectónicos estructurales y no estructurales de plástico reciclado, las carpinterías, los acabados, los pavimentos y las instalaciones.

### Resumen del presupuesto: Urbanización

En la presente partida se incluye lo referente a la jardinería: patios, jardines y cultivos. También se cuenta con toda la pavimentación exterior y las instalaciones de iluminación y recogida de agua pluvial.

Valor de construcción estimado: **100 €/m<sup>2</sup>**

Metros cuadrados totales: **64.257,40 m<sup>2</sup>**

Presupuesto total: **6.425.740 €**

<i>Resumen desglose de presupuesto</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Presupuesto</i>
- <i>Movimiento de tierras</i>	10%	642.574 €
- <i>Pavimentos</i>	30%	1.927.722 €
- <i>Jardinería</i>	40%	2.570.296 €
- <i>Instalaciones</i>	15%	963.861 €
- <i>Gestión de residuos</i>	3%	192.772 €
- <i>Seguridad y salud</i>	2%	128.514,8 €

## Presupuesto total

Presupuesto construcción: 34.744.136 €

Presupuesto urbanización: 6.425.740 €

Presupuesto de ejecución material (PEM):	41.169.876,00 €
Gastos generales (13%):	5.352.083,88 €
Beneficio industrial (6%):	2.470.192,56 €
I.V.A. (21%) sobre 48.992.152,44 €:	10.288.352,01 €
Presupuesto de contrata:	59.280.504,45 €