

Lectura histórico-espacial en la restauración arquitectónica

Tarsicio Pastrana Salcedo*

La restauración como actividad de intervención en espacios históricos requiere de metodologías diferentes a las de cualquier otra obra arquitectónica.

En primera instancia se necesita un conjunto de análisis previos para recabar datos sobre el espacio arquitectónico en particular, fábricas¹, sistema constructivo, época, historia, uso en el tiempo, programa arquitectónico a través de su historia, evolución del espacio en particular, entre otros.

Estos datos proporcionan elementos de análisis que ayudan a proyectar la obra, a diferencia de la obra arquitectónica nueva, la de intervención en arquitectura histórica, parte de un espacio existente que no puede ni debe ser borrado, la adecuación es intrínseca al motivo de la restauración, sin embargo aunque el uso cambie, el respeto a la historia del edificio es vital en una intervención que fundamentalmente busca preservar los objetos de la memoria, en este caso arquitectónica.

Preservar la memoria es vital para cualquier pueblo que desea evolucionar y desarrollarse, no eliminamos la historia, no podemos borrarla, al contrario todo acto nos lleva a lo que somos y nos ayuda a trazar lo que queremos ser.

La arquitectura que se preserva necesita tener un nuevo uso, o en su defecto continuar con el que tenía adaptándola a las necesidades actuales sin dañar la etapa original, estas decisiones de proyecto requieren del conocimiento profundo del espacio a intervenir y esta necesidad imperante, marca el inicio de cualquier metodología de análisis en un espacio arquitectónico.

Cualquier proyecto de restauración arquitectónica se apoya en dos pilares: el conocimiento de la historia del edificio y el de las teorías de restauración.

Del primero, obtenemos los identificadores espaciales, definimos las intervenciones, su historia compositiva y constitutiva, lo entendemos y comprendemos, de hecho, lo leemos. Del segundo obtenemos directrices de intervención, nos ayuda a justificar y entender las acciones, a darles rumbo, uno no existe sin el otro, decisiones sin conocimiento son riesgosas y repercuten en la pérdida del patrimonio que queremos preservar, conocimiento del espacio sin análisis teórico repercute en decisiones superficiales y terminan por dañar en lugar de preservar.

Una parte importante de los análisis del espacio es la lectura histórica, para la cual mostramos una metodología de las muchas que pueden existir y mostramos su relación con el conocimiento del espacio a intervenir.

La lectura del espacio histórico es fundamental para el diagnóstico de la arquitectura a intervenir, de esta interpretación surgen las directrices, que apoyadas en un conocimiento adecuado de las teorías de la restauración, fundamentan la toma de decisiones.

Respetando el pasado del espacio, y al mismo tiempo dotándolo de la infraestructura necesaria para su nuevo uso. De esta forma prolongamos la vida del monumento arquitectónico y lo legamos al futuro.

El desarrollo de metodologías de lectura espacial, basadas en los parámetros históricos, se apoya en diferentes herramientas, algunas de ellas que denominaremos tradicionales, como la investigación en archivos, ya sean fotográficos o docu-

¹ Fábrica es el conjunto de materiales con los que está elaborado un elemento arquitectónico.

***Doctor en Arquitectura, profesor de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIA Tecamachalco.**
taarpaa@mns.com

mentales, en caso de existir tradición oral, análisis de planos originales y planos de intervención entre otros.

Con estos datos se deben elaborar hipótesis de los estados anteriores del edificio, o las reconstrucciones de áreas que ya no existen, todo esto con el fin de analizar la evolución arquitectónico-constructiva del espacio y determinar sus intervenciones; de estos análisis y del conocimiento de la evolución del edificio se obtienen datos que permitirán una mejor intervención.

Estos dos pasos son fundamentales, de las fuentes de referencia obtener información que permite elaborar hipótesis de los cambios en el espacio, estas deben ser corroboradas en sitio, a través de calas²,

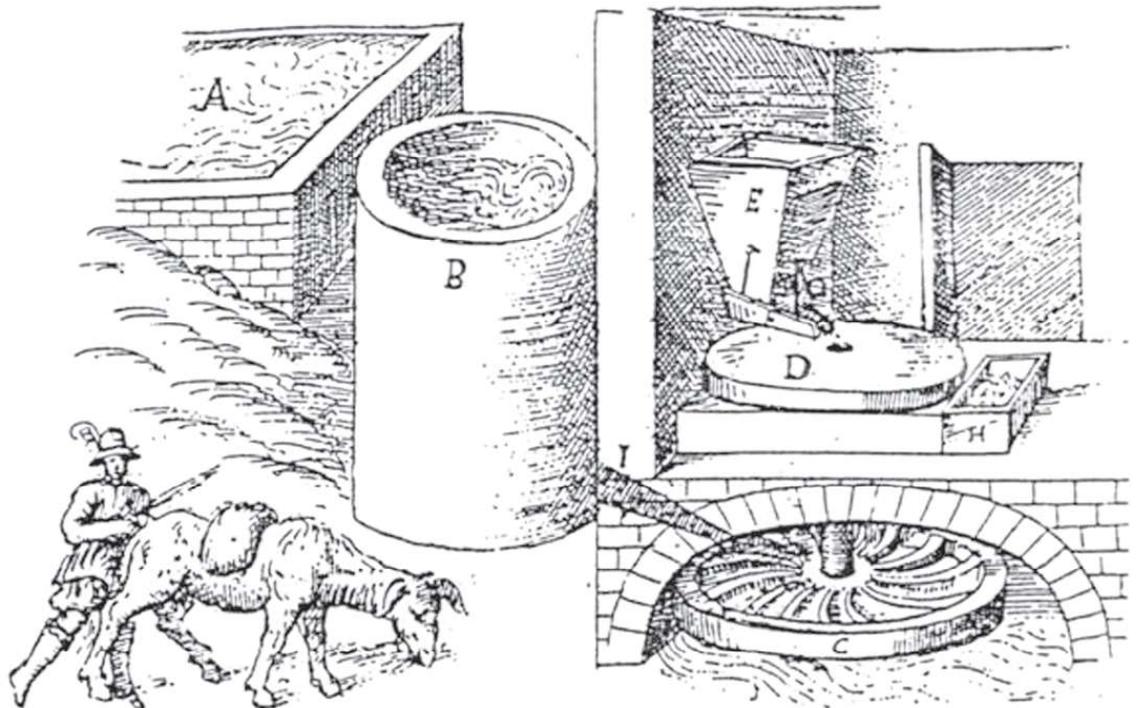
Aspectos generales de la arquitectura para la producción

La arquitectura para la producción de diferentes épocas, presenta una característica común que permite ligar los espacios bajo un mismo método de análisis, los espacios arquitectónicos se subordinan al proceso productivo y a su función, estos dos factores son el eje del diseño arquitectónico y sus espacios responden primordialmente a ellos.

Por esta causa, un proceso de estudio tiene que girar de igual manera en torno a estos dos aspectos, no se puede analizar, estudiar y comprender el género si no se entiende el proceso que le dio origen, cabe aclarar que cuando hablamos de proceso nos referimos al productivo. Otro factor de importancia es la maquinaria que acompaña a la producción, ésta determina el espacio arquitectónico, lo subordina, lo transforma en la envolvente o en un accesorio más de la máquina, espacio arquitectónico, proceso productivo, maquinarias, se complementan para generar el espacio productivo. El análisis de estos factores requiere de herramientas actuales insertadas en los avances tecnológicos y tradicionales que se comparten con los métodos de análisis de otros géneros de edificios.

El aspecto más importante con la arquitectura relacionada a procesos de producción es la vinculación con el proceso y las máquinas, como ya lo habíamos mencionado, no se puede analizar un espacio de estas características sin conocer estos aspectos, que en muchos casos ya no existen, los

² La cala es la liberación parcial de los diferentes estratos superpuestos que se encuentran en un elemento arquitectónico original con el fin de localizar materiales compositivos, etapas y sistemas constructivos.



Molino del siglo XVI Tratado Juanelo. Parte superior molino de cuatro pares de muelas, observamos las saetillas, los rodeznos y las muelas. Parte inferior Molino de Balsa y cubo, la balsa marcada con A, el cubo (B), el rodezno (C), las muelas (D), la tolva (E), el harinero (H) y la saetilla (I), en el tratado de los 21 libros de los ingenios y las máquinas de Juanelo Turriano de Pedro Juan de Lastanosa siglo XVI A.

edificios ya abandonados presentan huellas y vestigios de su pasado, éstas son de vital importancia para realizar un correcto análisis y definir sus espacios funcionalmente, ambos aspectos fundamentales para la realización de un proyecto adecuado y respetuoso de intervención. Como ejemplo de la metodología propuesta hablaremos de unos molinos hidráulicos harineros en Tepotzotlán, Estado de México. El inicio del proyecto se realizó en el marco de los estudios de maestría en arquitectura en la UNAM, campo de conocimiento: restauración de monumentos.

Para realizar el estudio de los molinos se requiere en primer lugar un acercamiento para analizar las características espaciales actuales, debemos recordar que en este punto es necesario abordar diferentes aspectos, todo bajo un esquema estructurado en el que se plantean líneas de acceso a la información y sus estrategias particulares. Los recorridos iniciales, encaminados al levantamiento arquitectónico y fotográfico, permiten reconocer características particulares del espacio que serán analizadas en dos vertientes, la histórica y la espacial, de estos levantamientos que se deben perfeccionar a lo largo del proceso se obtienen las características generales, en el caso de los molinos son las siguientes:

Se encuentran en un terreno de 4 700 m², ubicada al norte de la huerta de los ex colegios jesuitas en la mencionada población de Tepotzotlán, aproximadamente 35 km al norte de la Ciudad de México. Deben su nombre a la hacienda a la que fueron integrados, la hacienda de Xuchimangas, que perteneció a los colegios y se dedicaba principalmente a la molienda, en su época de mayor esplendor tenía siete edificios de molinos³. De todo ese sistema sólo dos sobrevivieron hasta nuestros días, paradójicamente estos dos molinos son los primeros que construyen los jesuitas, pertenecían a ellos aun antes de que adquirieran la hacienda, lo cual hacen hasta el siglo XVIII, es lógico pensar que una vez que adquieren la hacienda integran al sistema general los dos molinos que tenían en su huerta⁴.

Los molinos están repartidos en tres secciones muy claras, denominadas: los molinos de arriba de cuatro cubos⁵, los molinos de debajo de dos cubos y entre ambos una serie de construcciones y espacios abiertos que denominaremos áreas intermedias.

El que mejor estado de conservación guarda es el conjunto de los molinos de arriba, el área de transición y los molinos de abajo están en estado ruinoso, parte de esta investigación se utilizó para el inicio de la restauración de los espacios, siendo la troje general en el área intermedia el primer espacio intervenido en el 2007. Continuando con la metodología de análisis, el siguiente paso tuvo que ver con la investigación histórica, de la cual se colocan algunos datos relevantes.

Aspectos históricos

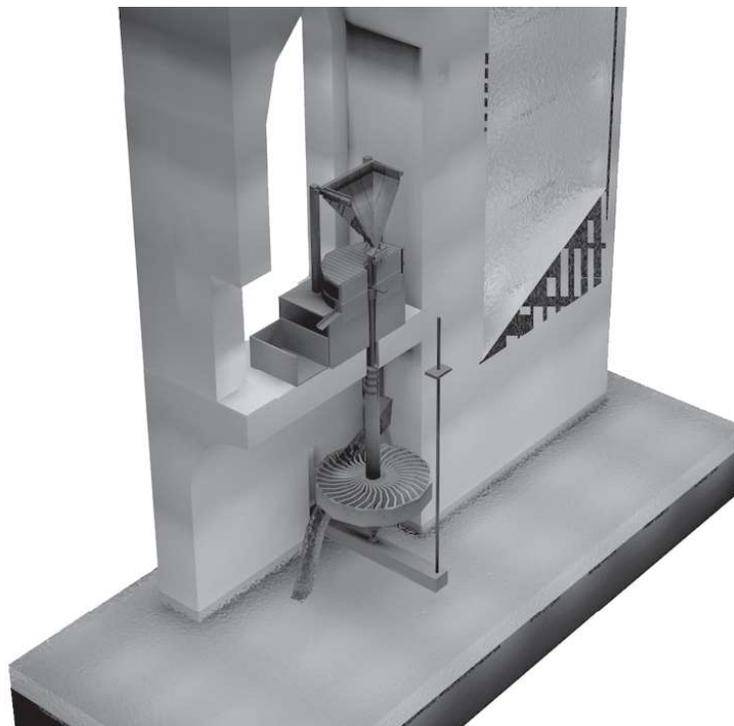
Los jesuitas llegaron a la Nueva España en 1572 con un proyecto muy definido, la educación y la evangelización, este instituto no contaba con el patrocinio real, por lo que intrínsecamente a estas dos actividades se genera una tercera, el mantenimiento de todas las casas y proyectos en los que los jesuitas participarían.

En el caso de Tepotzotlán, se traslada un seminario de lenguas que había sido fundado en Huixquilucan, para favorecer la evangelización en regiones del norte de la capital novohispana,

³ Gómez Morales, Delia G. *Las haciendas de Xalpa y sus asociadas en Boletín del Museo Nacional del Virreinato nueva época INAH México DF 1995.*

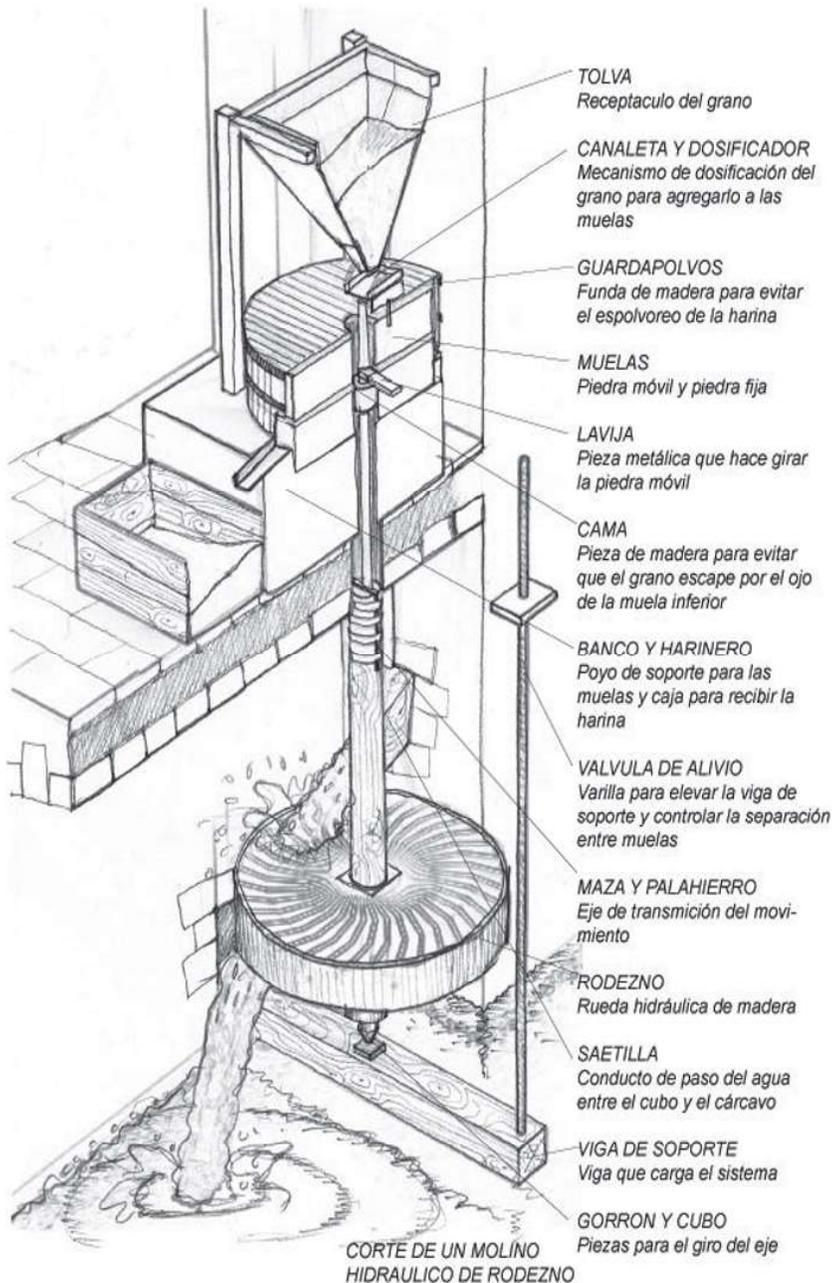
⁴ Parte importante del desarrollo de la compañía en Tepotzotlán fue a través de estos dos primeros edificios, en una época de mayor auge los integran a la hacienda de Xuchimangas la cual adquieren en el siglo XVII.

⁵ Los cubos son estructuras hidráulicas generalmente de piedra que tiene dos funciones, la primera como depósito de agua y la segunda generando la presión suficiente para que el agua al salir por la parte inferior del depósito mueva el rodezno. Adicional a estas dos funciones tradicionales, en los molinos de Xuchimangas el cuerpo que contiene los 4 cubos sirve de muro de contención debido al tajo que se realizó para generar los desniveles necesarios para el funcionamiento de las máquinas.



Construcción en programas de modelado virtual de las maquinarias de los molinos para análisis espacial y de funcionamiento. Imagen Tarsicio Pastrana Salcido.

Corte de un molino hidráulico de rodezno



Esquema completo de las partes que componen la maquinaria de un molino de rodezno. Este diagrama se realizó a través de la reconstrucción virtual trabajada en computadora. Imagen TPS.

principalmente la región otomí. El seminario se trasladó a raíz de una petición del arzobispo Pedro Moya de Contreras, que a la muerte del párroco piensa en los jesuitas para que pusieran colegio de lenguas y se hicieran cargo del curato⁶.

Al inicio de sus operaciones en la región, los jesuitas de Tepotzotlán tenían dos ingresos principales, los propios del curato que administraban con permiso del arzobispo y los que procedían del colegio Máximo de San Pedro y San Pablo, casa principal de los jesuitas en Nueva España.

El clero secular pugna por la recuperación de la parroquia, los jesuitas argumentaron el deseo del arzobispo por que se mantuvieran en Tepotzotlán, aun bajo estos hechos el clero secular siguió expresando vehementemente su deseo de recuperar para su administración el curato.⁷

El padre general de la orden dispuso que se abandonara el beneficio⁸ para ser entregado al clero secular, también arregló que los padres con conocimientos de lenguas se fueran a otros colegios a impartirlas, al enterarse de esto los pobladores dirigieron una carta al arzobispo para que permitiera que los jesuitas se quedarán, para reafirmar esta petición acompañaron la carta con una donación: la huerta y las casas que habitaban los jesuitas.

Para 1584 Martín Maldonado dona nuevamente con el fin de que se funde en Tepotzotlán un colegio para niños indígenas, aludiendo a los centros educativos que existieron antes de la conquista, para este efecto les cede terrenos y casas de su propiedad en zonas cercanas al templo, esto unido a la anterior debió configurar los terrenos donde tiempo después se construiría todo el conjunto que conocemos actualmente.

Las primeras transformaciones hidráulicas que hacen los jesuitas tienen que ver con estas dádivas, los molinos aparecen en escena unos años después, hacia principios de la década de los 90 del siglo XVI, nuevamente, por medio de donaciones, se hacen de dos heridos⁹ de molino que los indios tenían en el pueblo, es importante mencionar que estos molinos no se habían construido, únicamente existían las concesiones para su construcción, en estas donaciones tuvo injerencia el cacique Martín Maldonado, la razón seguía siendo que los padres pudieran mantener el colegio que se había fundado en 1584, los pobladores estaban muy satisfechos con la educación que los pa-

⁶ Neri Vargas Gaudencio, *Tepotzotlán Monografía Municipal*, Instituto Mexiquense de Cultura, Toluca 1999.

⁷ De Gante Pablo C. *Tepotzotlán su historia y sus tesoros artísticos*, Porrúa, México DF 1958.

⁸ Beneficio es otro de los nombres con los que se denominaba a una parroquia y sus zonas de influencia durante el virreinato

⁹ Herido es el nombre de la toma de agua en un canal o río, ya que se «hiera» el cauce principal, la derivación se utiliza en diversos usos, en este caso esta especificado para alimentar molinos.

dres proporcionaban a sus hijos, de este colegio pasaban a colegios en la capital y proseguían con la formación. La donación de los dos heridos fue en 1591:

...dos heridos de molino que el común deste dicho pueblo tien y posee, el uno de ellos, de que se le hizo merced por el visorrey don Antonio de Mendoza en una acequia de agua antigu con que riegan sus heredades, y el otro en términos deste dicho pueblo, en el calce viejo, en un heriazo que está en una ladera, en las tierras (que) se llaman Xoloc, por bajo de un cu viejo, y por la otra parte, el camino que viene a los aposentos del dicho pueblo..., y ansimismo, hazen la dicha donación de un pedazo de tierra quadrada que se llama Amanalco, que en todo él están unos árboles de sauces y se llama el Alamedilla.¹⁰

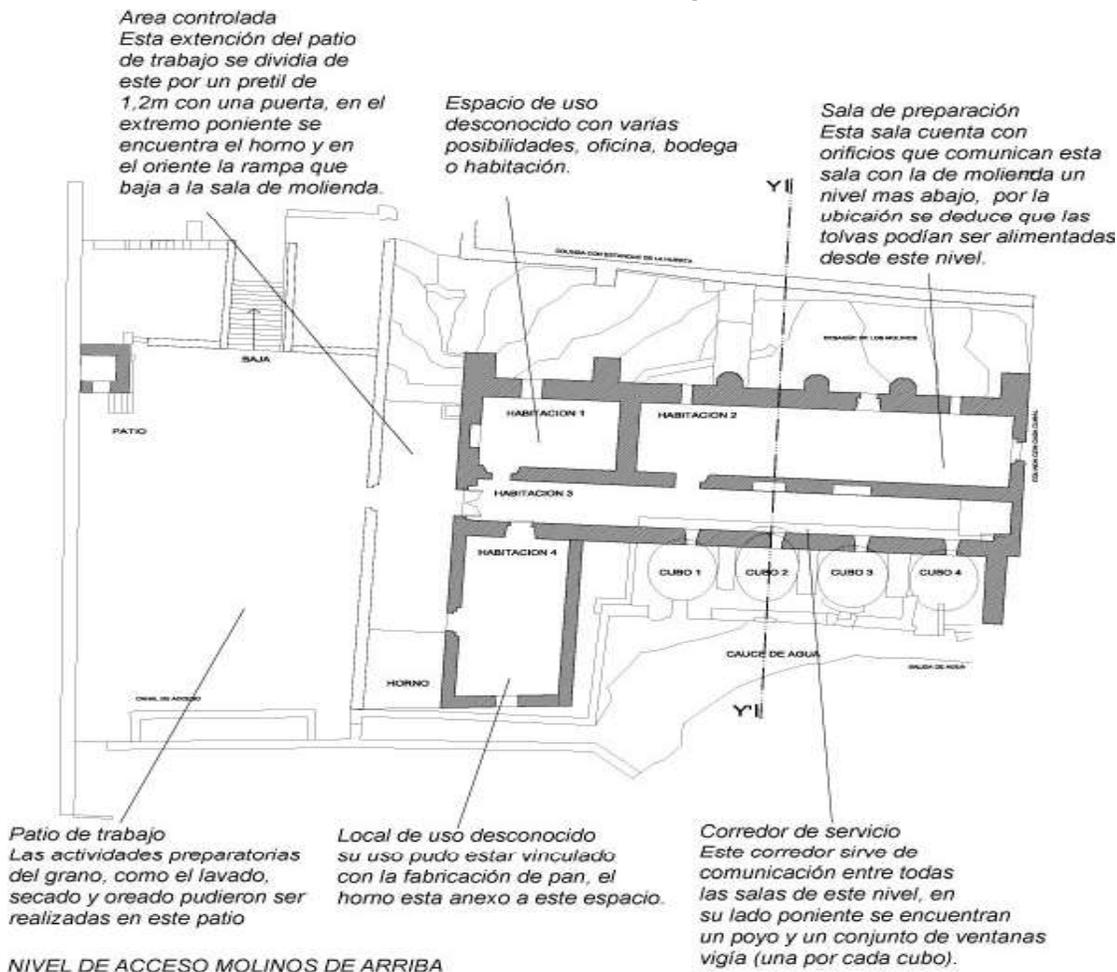
Es importante resaltar dos situaciones, que nos permiten relacionar el primer herido de molino descrito con el que sirvió para alimentar los molinos de Xuchimangas anexos a la actual huerta, la primera la ubicación del herido en un canal antiguo en el interior del pueblo, la segunda en referencia a la mención del uso que se le daba, «para regar

sus heredades» el canal del que se toma el herido de molino podía ser el que regaba las tierras de Martín Maldonado que después dona a los jesuitas. Con esta donación los padres ven la oportunidad de independizarse económicamente del colegio máximo¹¹, situación que era vital para los proyectos de evangelización y mantenimiento autónomo de los colegios en el sitio.

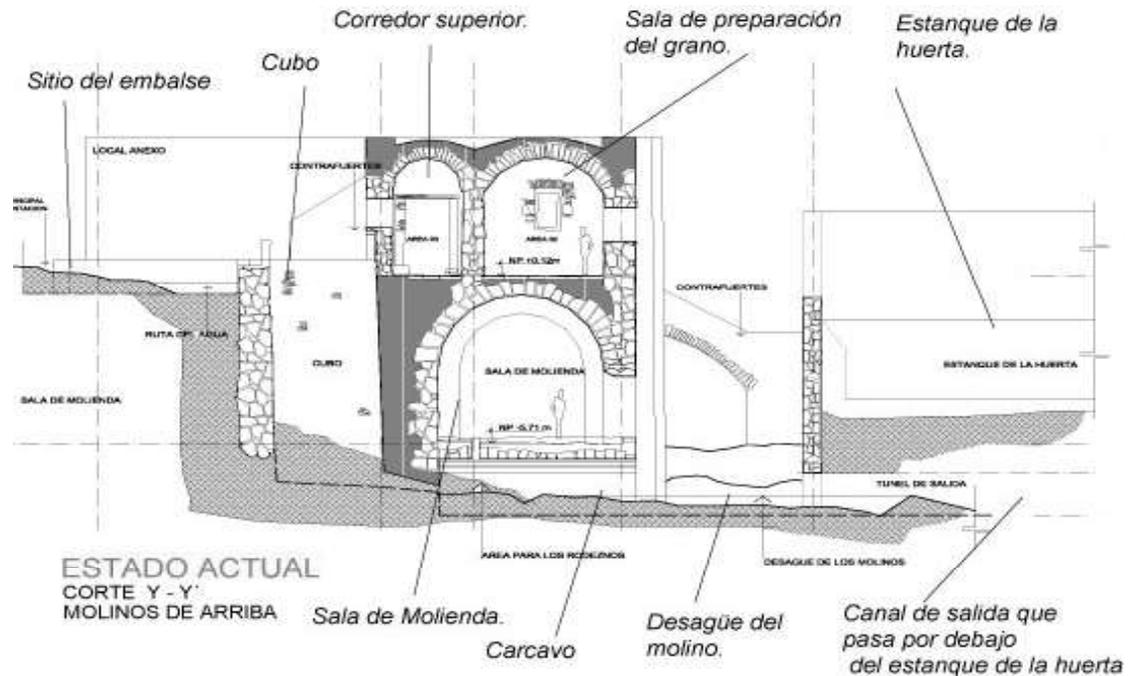
Inmediatamente comienzan con la construcción de un molino de cuatro muelas del que podrían obtener hasta 3 000 pesos anuales de renta, teóricamente al construirse los molinos de abajo con dos pares de muelas se aumentaría en 1500 pesos este ingreso, estos dos molinos son los que encontramos en la huerta, el resto estaban fuera de los terrenos del colegio aunque también pertene-

¹⁰ Donaciones y venta al colegio de Tepotzotlán 1591-1595 en Zubillaga Félix, *Monumenta Mexicana V 1592-1596*, Institutum Historicum Societatis Iesu, Roma 1973.

¹¹ El colegio máximo de los Jesuitas ubicado en la Ciudad de México mantenía a los de Tepotzotlán, lo que limitaba su funcionamiento y solvencia a las decisiones del colegio central.



Planta arquitectónica. Los molinos de arriba. Conjunto muy conciso formado por áreas exteriores y el edificio que contiene tres niveles, el acceso es por el nivel cero, en un nivel por debajo del de acceso está la sala de molienda y un nivel debajo, las bóvedas de los cárcavos. Alrededor del edificio están las obras hidráulicas necesarias para conducir el agua, canales, estanques y desagües. Dibujo TPS.



Corte de los molinos. En el nivel de acceso la doble bóveda, la de la derecha para manejo del grano, la de la izquierda como circulación, en el nivel intermedio la sala de molienda, con mayor dimensión y altura y el nivel hasta abajo, el cárcavo con el rodezno, del lado izquierdo, el cubo y del derecho el desagüe con el contrafuerte. Plano: TPS.

cieron a ellos, el diseño y puesta a punto se realizó por los mismos religiosos que tenían conocimientos diversos entre ellos de ingeniería hidráulica, en la siguiente cita encontramos el nombre del que diseñó los molinos y dirige su construcción:

Todas ellas casi están en ejecución; porque el seminario de letras humanas estará en Tepotzotlán, por el mes de agosto, en que el molino estará acabado, una obra muy fundada y provechosa y moliente y corriente como dicen; que, para todo, tiene especial destreza el buen padre Nicolás de Arnaya; y con la renta del sustentarse los dichos y las lenguas.¹²

El molino fue terminado en agosto de 1592, se habla de un molino de cuatro muelas que podría ser el molino de arriba aunque no con su forma actual, en la construcción de este molino se observan algunas características importantes que determinarían a la postre la aplicación de la ingeniería hidráulica en la transformación regional, en primer lugar la pendiente del terreno, en el sitio de construcción no era la suficiente para generar la fuerza necesaria, por lo que se construye un tajo en el terreno para colocar el edificio principal bajo el nivel del suelo, también se construyen canales subterráneos para recuperar posteriormente el agua y utilizarla en más molinos y en el riego.

En 1592 los primeros molinos están corrientes y molientes, a partir de esta fecha proporcionarían su renta a los colegios lo que permitió su consolidación y expansión. De aquellos molinos solo quedan secciones inmersas en otras construcciones,

por ejemplo, del más antiguo que es el descrito anteriormente queda el núcleo inicial de cuatro cubos, el cual fue ampliado para aumentarle salas adicionales, el sistema del que hablaremos a continuación es el actual, parcialmente en ruinas, construido por los jesuitas para incrementar sus ingresos, situación que como ya vimos empezó con la donación de los herederos y la construcción de los primeros molinos.

Otro dato importante se deriva de una observación realizada por el doctor Leonardo Icaza, la merced para los molinos era de 32 surcos de agua, la cual se tomaría en el río el oro una vez que el agua pasara por el molino de tablas¹³ los 32 surcos coinciden con el número de cubos en el molino del siglo XVI, cada molino requería de 8 surcos para su funcionamiento y al ser cuatro los especificados en las crónicas, 32 serían los requeridos y marcados en la merced. En este momento cabe un reconocimiento a la investigadora Mónica Martí en 2005 investigadora del Museo Nacional del Virreinato cuya línea de investigación sobre los colegios Jesuitas proporcionaron datos relevantes para esta metodología.

¹² «El Padre Diego de Avellaneda, visit. al padre Claudio Acquaviva, Gen. San Juan de Ulúa 5 de julio de 1592» en Zubillaga Félix, *Monumenta Historica Societatis Iesu Vol. 104, Monumenta Missionum societatis Iesu Vol. XXIX, Missiones occidentales Monumenta Mexicana IV (1590-1592)*, Institutum Historicum Societatis Iesu, Roma 1971.

¹³ Neri Vargas Gaudencio, *óp. cit.* pág. 27.

Relación de investigación histórica con la arquitectura

Una vez completada la investigación histórica se continuaron los levantamientos arquitectónicos, fotográficos y de análisis en sitio, en este proceso se puso énfasis en la infraestructura hidráulica, base elemental del funcionamiento de un establecimiento de este tipo, la razón por la que se eligió atacar en primera instancia el sistema hidráulico fue por los desniveles; los molinos formaban parte de un sistema más amplio, a simple vista se apreciaba un diseño magistral del sistema hidráulico para hacer funcionar no solo los establecimientos mencionados, también el complejo sistema del colegio en el que se incluían fuentes y riego entre otras cosas.

Los datos históricos complementan los obtenidos en los levantamientos, entre otras cosas se sabía el número de cubos que tenía el primer molino construido, por lo que se asocia a los molinos de arriba, en segundo esta situación se cruza con los datos obtenidos en sitio, de esta forma se analiza el espacio y se pueden determinar algunas etapas constructivas, lo más importante era recabar los datos para el estudio del sistema hidráulico que en un principio fue el que motivo el uso de herramientas más avanzadas debido a su complejidad.

El estado ruinoso del edificio complico esta situación, se tenían que juntar datos relativos a los levantamientos para después compararlo con ejemplos análogos, reales y existentes. En la investigación documental se consultaron tratados hidráulicos de la época de construcción, el principal de ellos el llamado «los 21 libros de los ingenios y las maquinas de Juanelo Turriano», atribuido a Pedro Juan de Lastanosa tratado del siglo *xvi*¹⁴ en este se encontraron descripciones y esquemas de molinos que coincidían a simple vista con los de Xuchimangas, el análisis de este texto nos dio referencias completas a buscar en el sitio, de esta manera con imágenes y referencias específicas se abordó nuevamente el trabajo en campo con la idea de encontrar los elementos descritos.

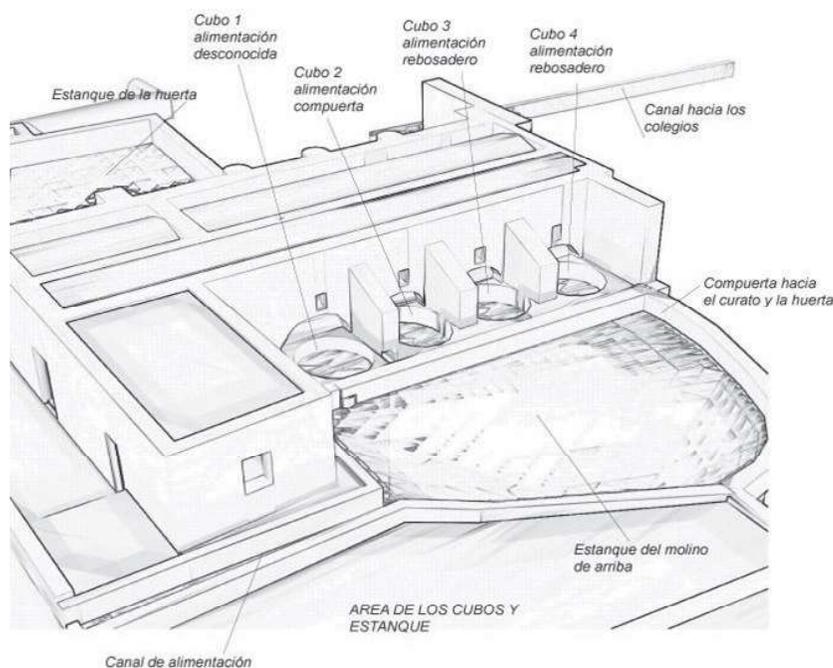
Otra fase del trabajo en campo, fue el levantamiento de todos los vestigios para reconstruir el funcionamiento, debido a la dificultad del sitio y a la falta de datos provenientes de un proyecto arqueológico, el levantamiento se elaboró con todos los elementos arquitectónicos visibles, cabe mencionar que la etapa de investigación arqueológica es fundamental, cuando en Tepetzotlán existan los recursos para realizar este trabajo seguramente tendremos más datos que complementarán este trabajo.

Una tercera línea estaría enfocada a la comprensión de la maquinaria y su funcionamiento, para reconocer en el proceso de los levantamientos los elementos arquitectónicos que nos indicarían el

tipo de maquinaria, las fuentes documentales empleadas, además del mismo tratado fueron publicaciones principalmente europeas de investigación sobre la arquitectura preindustrial en específico molinos hidráulicos harineros y museos de molinos con las maquinarias reconstruidas entre otros. Los tratados de arquitectura y de ingeniería hidráulica contemporáneos al virreinato fueron revisados para encontrar información que nos permitiera la reconstrucción virtual de maquinaria, ya hablamos del tratado de los 21 libros de los ingenios y las maquinas, fuente de vital importancia para reconstruir la maquina dentro de un esquema virtual.

La utilización de las herramientas virtuales surgió de la necesidad de construir modelos de análisis, partiendo de los datos encontrados se cruzó la información de las diferentes etapas de trabajo y se alimentaron modelos virtuales, con el fin de comprender el sistema productivo, la maquinaria y el edificio resultante, situación vital en el análisis arquitectónico- funcional del espacio. Hago énfasis en la importancia del análisis funcional para la reconstrucción, de esta manera al entender el espacio como parte del proceso de producción se facilita su estudio y análisis. Los datos se utilizaron para la reconstrucción virtual de la maquinaria en primer lugar y posteriormente del edificio, en una tercera etapa todo el sistema hidráulico;

¹⁴Turriano Juanelo (atribuido), *Los 21 libros de los ingenios y las máquinas de Juanelo Turriano*.



Dibujo área de cubos. Reconstrucción hipotética de los molinos. Observamos la zona poniente del edificio, donde se encuentran los 4 cubos, el embalse y el canal de acceso, al día de hoy la vegetación invade el área del embalse y parte del inicio del canal, el curato de la parroquia de San Pedro inicia del lado derecho. Dibujo: TPS.

estas reconstrucciones se hicieron a través de programas de modelado 3D.

Las dimensiones se obtuvieron del espacio analizado, si bien las máquinas principalmente de madera son perecederas, en el edificio están las huellas de su ubicación leyendo adecuadamente estas marcas se puede obtener el tamaño y la forma, vitales para el estudio de los volúmenes de producción, esto nos permite afirmar que una correcta metodología de lectura espacial nos proporciona datos importantes para el diagnóstico del espacio histórico, por medio de los indicadores en el espacio y ligándolo con los datos investigados se reconstruyen los mecanismos de funcionamiento de los molinos.

El mecanismo de funcionamiento era muy simple, una rueda horizontal llamada rodezno, se apoyaba sobre una viga madre transversal o directamente sobre una piedra colocada en el suelo, este rodezno tenía un eje al centro que traspasaba la bóveda que contenía el rodezno, atravesaba una piedra que no se movía y tenía un hueco al centro para que pasara el eje, en la parte final tenía una pieza metálica que se insertaba en la parte baja de otra piedra circular que se movería a cada giro del eje sobre la piedra fija, por la parte de arriba de la piedra móvil se agregaba el grano y por el perímetro saldría la harina, los guardapolvos, tolvas, reguladores, grúas, bancos, harineros y demás accesorios complementaban la maquinaria que se explicará más a detalle en el diagrama que se incluye a continuación.

Con todos los datos se tuvo referencia de espacios arquitectónicos que tenían que ubicarse en sitio, en el caso de encontrar elementos no listados se registran y se investiga para ir compren-

diendo todo el espacio. Esta etapa se retroalimenta con las de levantamiento, ya que de ser necesario se regresa a campo para corroborar datos, hasta tener por completo el modelo de análisis. Los modelos de trabajo pueden ser divididos en 3, el primero es un modelo de trabajo, el cual contiene los elementos necesarios en volumen, dependiendo del programa de construcción utilizado se puede girar y analizar desde cualquier posición, también con una correcta disciplina de construcción se pueden «apagar» y «prender»¹⁵ diferentes partes de la máquina o del modelo, permitiendo el análisis a detalle; el segundo es un modelo de presentación, en el cual se pueden colocar, luces, materiales, efectos y animaciones entre otros accesorios, estos ya atañen a factores más globales en el análisis del espacio, por último un tercer modelo que modifica los anteriores para ser publicado o difundido, para presentaciones visuales o impresas.

Estos tres tipos de modelo son extensibles a todos los que se realizaron en el estudio de los molinos, retomando el proceso metodológico continuamos con la elaboración de modelos.

Completados los datos de levantamiento arquitectónico y comparación con ejemplos análogos se realizaron los planos correspondientes, este es un paso previo a la realización de un modelo virtual ahora de todo el conjunto, necesario para hacer ensayos del recorrido del agua y sistema productivo; se decidió utilizar el camino que el agua seguía en el edificio, por medio de la circulación de esta se entendió el funcionamiento hidráulico, de gran importancia fue el hecho de que actualmente existe circulación de agua, aunque los elementos están en ruinas el análisis de estas circulaciones también aportaron datos importantes para la reconstrucción funcional.

Con los datos de levantamiento y los planos arquitectónicos realizados se construye el edificio, con sus desniveles, canales, zanjas y depósitos, este modelo sigue siendo un modelo de trabajo, por lo que su construcción siguió alimentándose con datos obtenidos en campo. En esta etapa mixta de trabajo, los datos de campo arrojan sobre el modelo cifras interesantes con respecto a los niveles, que nos permiten corregir el modelo para llegar al modelo óptimo, como ya se mencionó una de las líneas de construcción es el camino del agua dentro del conjunto de los molinos, el seguimiento de todos los recorridos visuales permite un modelo en el que los datos faltantes son obtenidos



Imagen del proceso de restauración de la Troje. Foto: Francisco Gallardo.

¹⁵ En un entorno como el del programa Autocad de Autodesk, se dibuja y construye cada parte en diferentes campos, los cuales pueden ser prendidos y apagados, al poder quitar y poner los elementos al criterio del que construye y analiza se pueden realizar estudios parciales y totales de la composición y funcionamiento de cada parte.

por el análisis del mismo, es decir al alimentar el modelo con los datos de recorridos del agua, obtenemos suficientes valores para determinar las secciones del recorrido que no se ven a simple vista.

De estos procesos y de la conjunción de los 3 modelos, el de las máquinas, el arquitectónico y el hidráulico se obtiene uno solo en el que se cruzan los datos de las 3 líneas de acción, para seguir alimentando este gran modelo se tienen que realizar otros, uno de ellos es el que conjunta los dos molinos con el área intermedia y su sitio en la huerta y otro más es el sistema hidráulico general.

Algunos datos interesantes, sobre el sistema hidráulico de todo el colegio son los siguientes: se alimentaba aparentemente por dos fuentes, el de agua rodada por el canal que venía de la presa de la Concepción, uno de sus primeros puntos de contacto son los molinos, el otro un sistema de captación de agua de lluvia, de este último podemos ver bajadas de agua, filtros, depósitos actualmente en uso y cornisas de captación, aunque el sistema no funciona de manera total una recomendación debido al alto índice de precipitación pluvial de la zona sería el reacondicionamiento del mismo. Del sistema de agua rodada, lo más interesante es el sistema de distribución, el cual incluye un pequeño acueducto en la huerta que salva los niveles, respiraderos, canales de distribución, una sección que enfría el frigorífico y la cava, dos fuentes y varios canales de riego y de captación, así como pozos de absorción para los excedentes.

El análisis de este sistema permitió entender cómo funcionaba de manera particular el de los dos molinos, esto debido a que las alimentaciones entran y salen del sistema particular, formando parte de todo el recorrido, el levantamiento de estos recorridos y su representación gráfica ayudó al entendimiento del sistema particular de los molinos. Un paso más avanzado al que no se llegó es la realización del modelo virtual de todo el sistema hidráulico de los colegios, el cual requiere de repetir la metodología que hemos descrito con los molinos a una mayor escala.

Esta metodología de estudio y diagnóstico está dirigida al conocimiento del espacio a intervenir, el diagnóstico del área permite obtener una serie de levantamientos de todo tipo: fotográficos, arquitectónicos, funcionales, que arrojan datos importantes que nos proporciona información sobre el uso de los espacios anterior a la época de abandono, esta serie de datos nos permite la valoración adecuada de cada espacio y elemento arquitectónico en el momento de realizar un proyecto de recuperación de los espacios, como el que en estos momentos se realiza por parte de las autoridades del museo en los molinos descritos en este artículo, de esta forma no se pasan por alto elementos de lectura espacial que nos ayudan a comprender y difundir los usos anteriores de este tipo de espacios.



Foto aérea donde se marca el área que ocupan los molinos. Imagen Google Earth.

Tomar en cuenta en la elaboración de un proyecto de intervención y restauración de espacios los datos arrojados del diagnóstico y estudio permiten que estos proyectos sean respetuosos de los usos pasados, esto nos proporciona elementos para conservar y legar un patrimonio a futuras generaciones bajo un doble esquema, la preservación del espacio original y la adecuación inteligente y respetuosa a los nuevos usos ☺

Fuentes de consulta.

Corona Leonel, Historia de la tecnología en México en colección Enrique Semo (coord.) Historia Económica de México, Océano-UNAM, México 2004.

Forbes R. J. Historia de la técnica, Fondo de Cultura Económica, México 1958.

González Tascon Ignacio, Ingeniería española en ultramar siglos XVI-XIX volumen 1, Centro de Estudios de Obras Públicas y Urbanismo-Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas-Ministerio de Obras Públicas y Transporte-Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Tabapress, España 1992.

González Tascon Ignacio, Los molinos hidráulicos en el mundo antiguo en Los molinos y las aceñas diversidad tipológica y criterios de emplazamiento, arquitectura rural en Andalucía, España 2004.

Lomelí Icaza Leonardo, De agua y arquitectura novohispana en Bitácora arquitectura 16, Facultad de Arquitectura UNAM, México 2007.

Magnusson Roberta J. Water Technology in the middle ages, The Johns Hopkins University Press Baltimore and London, USA 2001.

Mark Robert, Tecnología arquitectónica hasta la revolución científica arte y estructura de las grandes construcciones, Akal Textos de Arquitectura, España 2002.



Modelo virtual construido para el estudio del funcionamiento hidráulico de los molinos de arriba. Imágenes TPS.

Morís Menéndez - Valdés Gonzalo, *Ingenios hidráulicos históricos molinos, batanes y ferrerías en Ingeniería del Agua. Vol. 2 No. 4*, Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación E.T.S- Ingenieros Industriales de Gijón, Universidad de Oviedo, España 1995.

Reyes Meza José Miguel, Tecnología y arquitectura popular en los molinos harineros en la provincia de Granada.

Sandre Osorio Israel, *Documentos sobre posesión de aguas de los pueblos indígenas del Estado de México siglos XVI al XVIII*, CIESAS-Archivo Histórico del Agua —Comisión Nacional del Agua— el colegio Mexiquense, México 2005.

De Gante Pablo C. Tepotzotlán, su historia y sus tesoros artísticos, Ed. Porrúa, México 1958.

Denson Riley James, *Hacendados jesuitas en México*, Editorial Melo, México 1976.

Peza Puga Concepción, *Tepotzotlan historia arte y leyenda*, Ed. Porrúa, México 1978.

Turriano Juanelo (atribuido), *Los 21 libros de los ingenios y las máquinas*.

Neri Vargas Gaudencio, *Tepotzotlan monografía municipal*, instituto Mexiquense de cultura, México 1999.

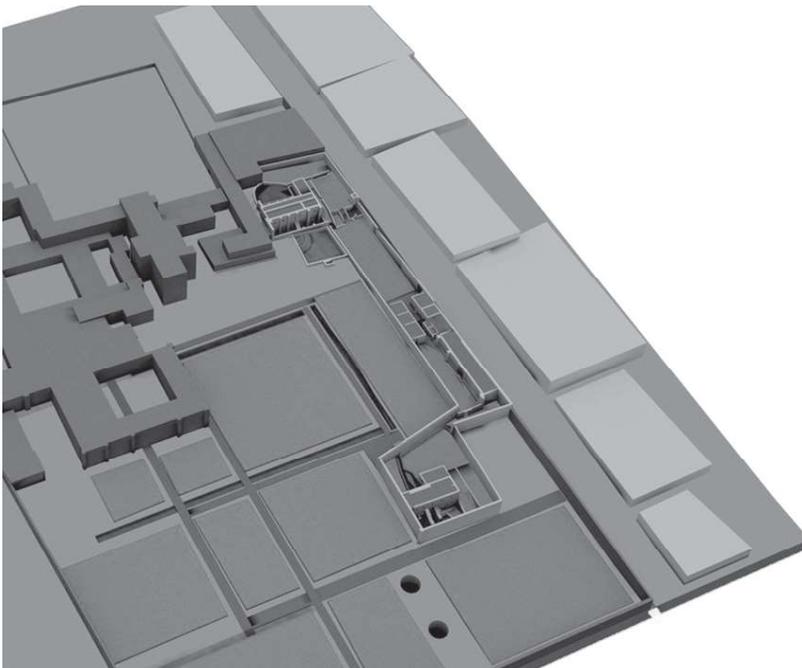
Gómez morales delia G *las haciendas de Xalpa y sus asociadas en boletín del museo nacional del virreinato INAH nueva época México 1995 pág. 3.*

De Gante Pablo C. Tepotzotlan, su historia y sus tesoros artísticos, Ed. Porrúa, México 1958.

Turriano Juanelo (atribuido), *Los 21 Libros de los ingenios y las máquinas*.

Zubillaga Félix, *Monumenta Historica Societatis Iesu Vol. 104, Monumenta Missionum societatis Iesu Vol. XXIX, Misiones occidentales Monumenta Mexicana IV (1590-1592)*, Institutum Historicum Societatis Iesu, Roma 1971.

Zubillaga Félix, *Monumenta Mexicana V 1592-1596*, Institutum Historicum Societatis Iesu, Roma 1973.



Área de cubos. Modelo virtual para análisis de conjunto observamos todo el espacio ocupado por los molinos y su distribución.