

Maderos impelidos por la fuerza del agua

Molinos del periodo virreinal

Por su origen tan antiguo, los molinos hidráulicos son una fuente inagotable de información marcando, además, el desarrollo de parte de la industria mundial. Los molinos de papel, de pólvora y batanes, construidos con maderos y movidos por agua, son algunos de los que existieron en México.

Palabras clave: molino hidráulico, agua, batan, papel, pólvora, ingenio novohispano.

El término molino tiene dos acepciones: es la máquina que muele y es el edificio donde se instalan las máquinas que muelen. Del periodo virreinal quedan algunos vestigios de edificios que albergaron molinos; las máquinas de madera, por su naturaleza, ya no existen; si se tiene suerte se hallará la evidencia de dónde se ubicaban las ruedas y tal vez, enterradas o escondidas, permanezcan piedras molederas, y qué decir si se caminan largos trechos, probablemente logremos identificar parte de su sistema hidráulico. Los investigadores curiosos, al paso por pueblos y ciudades, indagamos la existencia de testimonios materiales.

Todos sabemos cómo le gustaba a Leonardo Federico Icaza Lomelí escuchar “¡Encontré, medí y tienen tal proporción!”. La descripción de los procesos productivos y la maquinaria molinar que he tenido la fortuna de hallar —recorriendo senderos y preguntando aquí y allá—, llevan implícitas lecturas compartidas o cuestionamientos que quedaron sin respuesta, porque ya no habrá charlas interminables con Leonardo. El artículo cita tres ejemplos, como un reconocimiento y admiración al incansable buscador de lo que creía ignorar, al amigo y maestro que generosamente compartió su sabiduría.

Por su origen tan antiguo, los molinos hidráulicos se constituyen en una fuente inagotable de información; las crónicas y relatos que los refieren muestran la relevancia que tuvieron en los ámbitos de la actividad cotidiana, económica, política y social, sin omitir que fueron el pivote de gran parte de la industria mundial. El siglo xv fue testigo de grandes descubrimientos, entre ellos el continente americano.

Tras varios años de lucha con sus pobladores, se fue obteniendo la posesión de innumerables territorios para la Corona española; tal fue el caso de parte de su territorio cen-

* Dirección de Estudios Históricos, INAH.

tral, la región mesoamericana, que se encontraba habitada por diversos grupos, entre ellos los mexicas, pueblo guerrero y poderoso que tenía sojuzgado y bajo su control a gran parte de este territorio. En 1521 la ciudad de Tenochtitlan, centro del poder mexica, fue conquistada por España; tras su caída se consolidó el poderío español en la región.

Los pueblos mesoamericanos tenían pleno dominio de la ingeniería hidráulica; calzadas, acequias, canales y conjuntos edilicios dan testimonio. También fueron diestros en la talla de madera, labrado de piedra, orfebrería y manejo de fibras naturales. Los conocimientos, tradiciones, usos y costumbres ancestrales de estos pueblos se fueron fusionando con la importación europea de materia prima, animales, instrumentos, mano de obra calificada y expertos en la manufactura de máquinas, surgiendo así una tecnología novohispana, misma que, mixta ya, circunscribió la edificación de haciendas y el diseño de máquinas para triturar o pulverizar, por rotación, golpeo o fricción.

Nueva España estaba surcada por ríos, arroyos y manantiales, lo que permitió la construcción y proliferación de máquinas movidas por la fuerza del agua. Los molinos hidráulicos se diseñaron tanto de rueda vertical como de rueda horizontal impulsados, principalmente, por un “herido”, que era la desviación del agua de algún río o manantial para “llevar agua a su molino”.¹ A todas estas máquinas movidas por agua se les llamó “molino” aunque no todas cumplieron con la función de moler.

Diversas crónicas narran que desde época temprana en Nueva España se emplearon molinos hidráulicos para el procesamiento de granos, fibras naturales, maderas y metales. Las máquinas rigieron gran parte de la vida productiva de esos nego-

¹ Yolanda Terán Trillo, *El Castillo de la Fama. Antiguo molino de trigo y fábrica de hilados y tejido en Tlalpan, México, D. F., 1612-1936*, México, Banco de Nivel/INAH, 2012, p. 204.

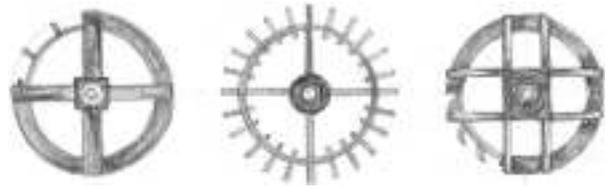


Figura 1. Diversos tipos de rueda vertical utilizadas durante el periodo virreinal. Dibujo de Yolanda Terán Trillo.

cios; de ellos dependía la calidad y cantidad del producto; si no había suficientes molinos o estaban en mal estado, el proceso sufría retraso o se suspendía. Las causas para decidir la ubicación y tipo de molino fueron la facilidad para obtener materia prima, suficiente mano de obra, vías de comunicación para la transportación del producto, terrenos rurales o semirurales que permitieran su expansión, y abundante agua.

Los molinos de rueda vertical, o de eje horizontal, llamados también aceñas, tenían distintos diámetros: podían ser de dos o hasta de más de diez varas,² y se colocaban en los exteriores (figura 1). De ellas salía un tronco horizontal que, movido por el agua, transmitía el impulso a la máquina en cuestión. El agua que las movía provenía de canales colocados en la parte superior de la rueda, en su segmento central o directamente de la corriente del herido.

Surgieron diferentes modelos y tamaños de ruedas, cuidando siempre la inclinación del agua porque aunque ésta fuese la misma, colocada en distintos planos, impelía de diferente modo a los maderos:

[...] porque se podría asentar tan apartada del canal que, el agua, cuando llegase a herir la rueda, no tendría ninguna fuerza para hacerla volver. O podría estar tan junta con la canal que el agua no hiciese ningún efecto. O pueda estar tan baja o tan alta que no sea correspondiente a la canal [...] (figura 2).

² La unidad de medida era la vara castellana; se dividía en tercias y cuartas, y equivale a 0.84 metros.

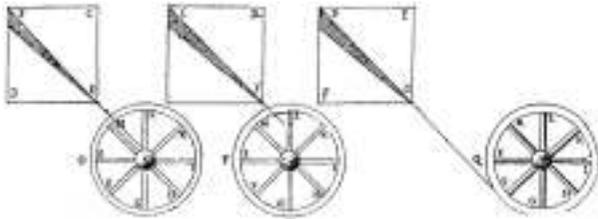


Figura 2. “[...] conviene que venga a dar golpe en la pala, toda el agua, y no en el ángulo de la pala y de la rueda, porque, dando en el ángulo, no causa tanta fuerza en la rueda como causa en el dar en la pala, y esto es cosa muy importante, aunque muchos no lo entiendan ni aun lo echen de ver”. Pedro Juan de Lastanosa (seudo Juanelo Turriano), *Los veintiu libros de los ingenios y maquinas*, vol. II, Madrid, Fundación Juanelo Turriano, 1992, pp. 324-326.

Con diversas adaptaciones, engranes, linternillas, y en especial el árbol de leva o de cuñas, las aceñas fueron utilizadas para el tratamiento y molienda de diversos materiales; aunque requerían de mucha agua y su fabricación era complicada y costosa, incrementaban la producción.

Las ruedas horizontales o de eje vertical, mejor conocidas como rodeznos, aunque daban menor producción, tenían como ventaja que necesitaban para su movimiento menos agua y su construcción era económica³ (figura 3).

Para su movimiento se necesitaba que el agua tuviera una fuerte caída, para lo cual se buscaban terrenos altos, en donde se captaba el agua y mediante cubos o rampas se lograba la bajada rápida; la presión del agua incidía directamente en los alabes de la rueda, misma que por medio de un eje vertical transmitía su movimiento a las piedras que molían. Juan de Lastanosa propuso un sistema para lograr la adecuada cometida del agua en los rodeznos, que consiste en dividir un cuadrado en nueve cuadros iguales, y uniendo el ángulo superior del primer cuadrado con el ángulo inferior del sexto, dará la inclinación óptima, incidiendo directamente en el álabe o cuchara (figura 4).

A simple vista, los molinos movidos por agua pueden parecer iguales porque obedecen reglas,

³ Con adaptaciones, en Europa tuvieron varios usos; en Nueva España se destinaron propiamente a la molienda de granos.



Figura 3. Evolución de las ruedas horizontales o rodeznos. Yolanda Terán Trillo, *op. cit.*, p. 27.

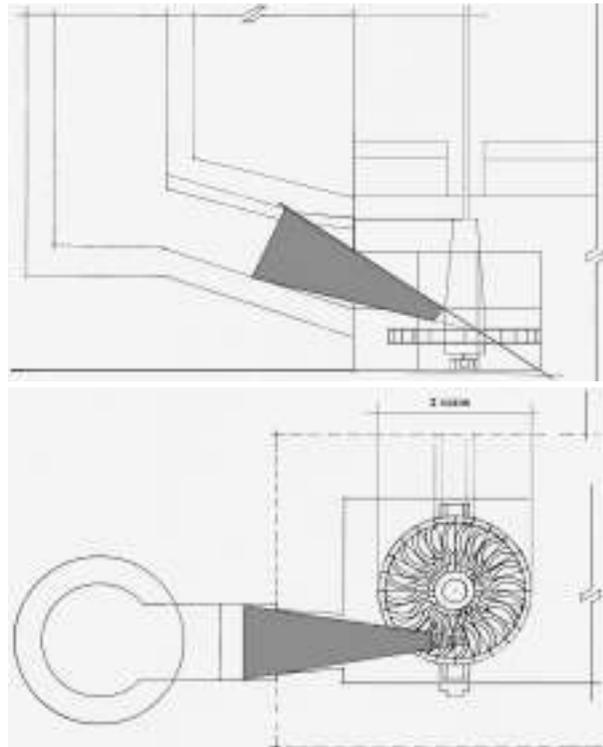


Figura 4. Yolanda Terán Trillo, *El Castillo de la Fama. Antiguo molino de trigo y fábrica de hilos y tejidos en Tlalpan 1612-1936*, México, INAH, 2012, pp. 139 y 140.

pero cada uno es diferente; requerían de una adecuada ubicación, funcionalidad en sus espacios y eficientes sistemas hidráulicos, demandando técnicos y mano de obra especializada, con pleno dominio de la aritmética y geométrica para poder resolver su complejo diseño, construcción y manejo. Ambas disciplinas permitían establecer y controlar la incidencia y fuerza de la energía hidráulica; cuál sería el diámetro de la rueda y cuán-



Figura 5. José Ma. Legazpi, *Ingenios de madera*, Asturias, Caja de Ahorro de Asturias, 1991, pp. 52-53 y 55.

to tendría de peralte; definir el número de las aspas o álabes; cuántos dientes debían llevar los engranes; altura y grosor de las linternas o cuántas llevaría; la velocidad y número de vueltas que debía dar la rueda; el grosor y largo del eje, etc., todo ello determinaba el buen funcionamiento de los molinos.

Los diámetros de las ruedas verticales novohispanas se duplicarán o triplicarán en los albores del siglo XIX debido a la evolución en los sistemas de molienda, y sustituyeron en gran medida a los rodeznos.

En la edificación molinar participaban los agrimensores, geómetras⁴ o tracistas encargados de medir y delimitar los terrenos para la construcción de los espacios edilicios; los hidromensores, que eran los responsables de diseñar, planear y calcular el sistema que haría trabajar a los molinos hidráulicos, debían asegurar la captación de agua en presas, represas o estanques; canales, acequias o acueductos que condujeran el agua hasta el sitio donde se levantarían los molinos y la cantidad y presión adecuada. La dirección y supervisión de los trabajos para el levantamiento de los inmuebles y demás labores relacionados con la albañilería, estaba a cargo de los alarifes, arquitectos o maestros de obra.

⁴ Leonardo Icaza Lomelí, "De arquitectura y agua novohispana", en *Bitácora Arquitectura*, revista de la Facultad de Arquitectura, núm. 16, UNAM, 2007, pp. 54-59.

La ejecución de la máquina que molería corría por cuenta del cantero, carpintero de lo prieto y herrero. De la región de España de donde llegaban los técnicos o los maestros, se tomaba el nombre de las piezas o elementos de los molinos, de ahí que existan varios nombres para uno mismo; así, a la pieza por donde sale el agua para mover al rodezno se le llama saetín, saetillo o chiflón.

Los canteros eran los encargados de fabricar las piedras molederas. Después de extraer los monolitos y darles la forma de rueda, cincelaban estrías y rayones sobre las superficies que fueran a utilizarse, dándoles la profundidad y extensión requerida, conservando además su uniformidad en toda el área. Eran diestros utilizando su fuerza y maña, pues una sola piedra llegaba a pesar más de una tonelada.

De vital importancia fueron los hábiles carpinteros de lo prieto. Eran los responsables de hacer las ruedas que soportarían el empuje del agua; debían conocer todos los tipos de madera para seleccionar las más adecuadas, preferentemente de los árboles de la región; las más utilizadas fueron roble, nogal, encino y oyamel. Seleccionadas según la parte que fuera a hacerse, la cortaban y tallaban con destreza e iban uniando las piezas con excelentes ensambles, cuñas o pasadores, impermeabilizando las que fuera necesario, y ejecutaban todo lo que fuese de madera (figura 5).

A fuerza de golpes, experimentados herreros alargaban o ensanchaban las barras al rojo vivo para forjar los cinchos de metal que sujetarían las ruedas y las piedras para disminuir su desgaste. Con sumo cuidado, también hacían lavijas, clavos, cruces y demás piezas.

El maestro molinero jugaba el papel más importante; no sólo dominaba la maquinaria molinar, sino que conocía perfectamente la distribución del inmueble, el funcionamiento del sistema hidráulico y el procesamiento de toda la materia prima. Él era quien acudía cuando se necesitaba con urgencia alguna reparación, y no había personal que lo hiciera; lo mismo era carpintero, que cantero o herrero, albañil o fontanero; de igual manera debía definir cuándo el producto estaba listo para la siguiente etapa, cuánto le faltaba o ya estaba terminado; de él dependía la calidad del producto y cantidad de todo lo que se llevaba a moler. Cualquier pérdida en la producción por descompostura o falla de las máquinas, el maestro debía asumir los costos, pues era su obligación que la maquinaria estuviera “corriente y moliente”.⁵

Todos los molinos requerían revisión para su mantenimiento: las piezas que giraban, golpeaban o estaban en constante movimiento se untaban de cebo o se les colocaban trapos, o ambas cosas, para disminuir el desgaste por roce y evitar chispas que pudieran ocasionar incendios; las piezas que estaban en contacto directo con el agua se impermeabilizaban con alguna resina, como la pez (sacada del pino); a las que se iban aflojando se les ponían cinchos o cuñas.

La afluyente de ríos y manantiales permitió la vecindad de diversos tipos de molinos hidráulicos, por ello era muy común encontrar un molino de trigo aledaño a un batán. Sin embargo, la vecindad de

molinos generó problemas de abuso de agua, y para evitar tales complicaciones se estableció un sistema de control a través de mercedes de agua, otorgadas y administradas por las autoridades, con el que se determinaron dotaciones específicas para cada tipo de molienda; así, a los molinos de caña de azúcar y a los de trigo se les concedieron ocho surcos de agua; a los batanes se les dotó de tres.⁶

Para aprovechar al máximo su misma dotación de agua, la mayoría de molineros ponían a trabajar varios molinos; sin embargo, como no era fácil ser propietario de ellos porque la construcción del edificio y su equipamiento eran muy costosos, algunos los subarrendaban controlando el líquido. Los poseedores de molinos⁷ fueron en su mayoría las órdenes religiosas y personajes que contaron con buena posición económica, canonjías, privilegios o influencias.

Molino de papel

Una tecnología prehispánica fue la fabricación de papel mediante la molienda por golpeteo de corteza de árboles y fibras. Los pueblos indígenas empleaban papel para la escritura de sus códices y decoración de sus templos; lo hacían de las pencas del maguey, de corteza de árboles y de palma.

Las pencas del maguey se remojaban durante una semana para ablandar y limpiar; se extraían y cortadas en tiras se ponía en agua caliente durante algunas horas (a veces con cenizas o agua de nixtamal para acelerar la separación de la cáscara de la penca); nuevamente se enjuagaban, escurrían y desprendía la cubierta de la penca. Posteriormente por percusión, con piedra o maderos, se tritura hasta hacer una masa que se extendía sobre una tabla

⁶ La unidad de medición del agua era el buey: vara cuadrada en la que cabían 48 surcos.

⁷ Molinero era el dueño de molino; también molinero era la persona encargada de efectuar la molienda; en algunos documentos de archivo se marca la diferencia, refiriéndose al trabajador como maestro molinero.

⁵ La expresión aparece en diversas escrituras virreinales para el otorgamiento de mercedes, remates, avalúos, herencias, etc., para indicar que los molinos se encuentran funcionando o deben estar funcionando.

o piedra lisa y volvía a compactarse, extrayéndole agua y dándoles su forma y tamaño. Después las hojas se ponían a secar quedando rígidas.

De los árboles conocidos como jonotes se cortaban las ramas gruesas y ponían a remojar durante la noche en ríos o arroyos, luego las escurrían y separaban la corteza; las tiras se extendían y golpeaban hasta quedar delgadas y lisas, se volvían a remojar para suavizarlas y limpiar. Se escurrían y volvían a machucar, quedando la pasta lista para continuar con el proceso ya descrito, mismo que se seguía para el papel de palma.

En Egipto, Siria y China también se fabricó papel a base de fibras vegetales. Las técnicas fueron difundidas por los árabes, siendo probable que el papel de trapo se empezara a fabricar desde el siglo XI en la península Ibérica, de donde se importó a Nueva España.

En Nueva España la producción de papel fue controlada por la Corona debiendo importarse de Europa, quedando restringida la manufactura local, de tal suerte que resultaba caro y además llegaba a escasear. El fuero religioso consiguió una excepción, aprovechando la tecnología y mano de obra indígena lograron hacer papel para catecismos y demás material impreso que los frailes agustinos del convento de San Juan Evangelista y Seminario de Lenguas requerían para su misión evangelizadora; así, el molino más antiguo de papel se estableció en el pueblo de Culhuacán el año de 1580. Hans Lenz cita dos molinos más, el de Aparicio (1618), posteriormente conocido como Rancho el Molino de Papel en la Magdalena Contreras, y el de Miraflores-Loreto (1640-1657), en San Ángel.⁸

En los referidos molinos el proceso iniciaba con las “escogedoras”, mujeres encargadas de separar los trapos: finos, medio finos y ordinarios

⁸ Hans Lenz, *Historia del papel en México y cosas relacionadas 1525-1950*, México, Miguel Ángel Porrúa, 1990, p. 16.

(hilos, trapos viejos, de lana, seda, etc.); al mismo tiempo, con un cuchillo deshacían costuras, retiraban botones y raspaban lo sucio. Con los dos primero se hacía el papel de escribir, con los ordinarios el de estraza o papel de envoltura. Por separado los lavaban y troceaban; ya en pedazos pasaban al pudridero. Ahí se ponían en tinajas y cubrían con agua; pasados 10 días se removían y dejaban por 15 o 20 más; el montón se volvía a voltear y así sucesivamente hasta que fermentaban, lo que podía tardar hasta 12 semanas. Se daba por señal de un buen podrido: “Quando sobre el montón de trapos crece una especie de setas u hongos”.⁹ Ya listo pasaba a las máquinas.

Los molinos tenían dos¹⁰ o tres pilas, la *deshilachadora*, la afinadora y la de *desleír*; generalmente en cada pila había tres mazos que subían y bajaban por el movimiento la rueda vertical. Dicha rueda medía alrededor de dos varas de diámetro; sus brazos, con cangilonos o palas, la unían con el eje o *árbol grande*. En ambos extremos del árbol se encajaban gruesos pernos de hierro que rotaban sobre piezas de bronce o piedra, enterradas en trozos de vigas que se apoyaban en basamentos de mampostería. De la circunferencia del tronco salían 24 (para dos tinajas) o 36 levas (para tres tinajas) equidistantes y alineadas, cuatro para cada mazo; por lo que por cada giro del tronco, cada mazo se elevaba cuatro veces para caer en la pila.

Si el canal, agua, diámetro y número de paletas estaban bien calculados, el tronco daba 10 vueltas por minuto y cada mazo 40 golpes.

⁹ De La Lande, Mr., de la Real Academia de Ciencias de Paris, *Arte de hacer el papel, según se practica en Francia, y Holanda, en la China y en el Japón*, traducido de orden de la Real Junta General de Comercio, Moneda y Minas, con aprobación de S. M. por Don Miguel Gerónimo Suárez y Núñez, Madrid, Pedro Marín, 1778. Facs. Valladolid, Maxtor, 2010, p. 23.

¹⁰ Según Hans Lenz, en Nueva España debieron conocerse como “batán de dos pilas”, pues así aparecen referidos en los manuscritos consultados para el rancho El Molino de Papel y los de Miraflores-Loreto..., Hans Lenz, *op. cit.*, p. 202.

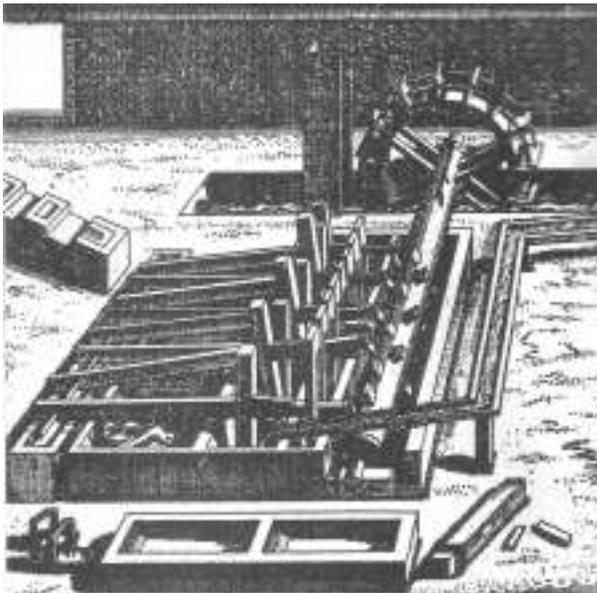


Figura 6. Dibujo de molino de dos tinas tomado de un modelo del siglo XVIII. Hans Lenz, Loreto. *Historia y evolución de una fábrica de papel*, México, Fábricas de Papel Loreto y Peña Pobre, 1957, p. 34.

Las pilas, excavadas en una viga muy gruesa, estaban separadas simétricamente entre sí; en la superficie tenían forma ovalada y se iban angostando a medida que descendían. Su asiento se cubría con una plancha gruesa de hierro sujeta con clavos.

Los martinetes tenían la cabeza herrada; los de la primera tina tenían cerca de 40 barras o clavos puntiagudos de medio dedo de grueso; los mazos de la segunda tina eran de un dedo y sin punta; los de la tercera tina no tenían clavos. Los tres mazos de cada tina se insertaban, por el frente, en tres ranuras de unos maderos —las *gripas de adelante*—, y se unían los tres con una clavija de madera de encino que los atravesaba. Para evitar que los largos brazos de los mazos se movieran, colocan las *gripas de detrás* junto de sus cabezales, igualmente con tres ranuras, para que en cada una entrara un martinete. Los martinetes de cada tina diferían; al primero lo llamaban el *gordo*, era el más grueso; el *en medio* le seguía y era menos grueso; el tercero y más delgado de los

tres, era el *endoble*. También las levas disminuían de tamaño: cuatro, tres y media y tres pulgadas respectivamente, lo que disminuía su fuerza. La diferencia de pesos y medidas hacía que los trapos se revolvieran, voltearan y quedasen mejor batidos. De la primera pila se pasaba a la segunda; la molienda duraba de 12 a 24 horas, según como se quisiera refinar.

Posteriormente la masa, convertida en caldo espeso, se vaciaba en una tina grande y agregaba agua, según la calidad del papel que se fuera a hacer, removiéndose muy bien. Por el color que tomaba, el buen maestro sabía si ya estaba lista y lo que pesaría el papel.

En la tina se introducían las formas, que eran bastidores de madera con hilos de latón;¹¹ después éstas se extraían con la mezcla y zarandaban para que la masa ocupara todo el bastidor, escurrieran y quedarán del mismo grosor; en seguida se desprendían del molde y colocaban suavemente sobre un paño de lana blanca muy bien abatanado. Alternando hoja y paño el montón tomaba cierta altura y se colocaba en la plancha de la prensa, que al accionarla retiraba el excedente de agua; el papel fino se encolaba en cazos y el proceso se repetía. Las hojas desprendidas de los fieltros se ponían en tendedores para terminar de secar al sol. Finalmente se alisaban o bruñían con piedra o madera y se quitaban las barbas de las orillas.

Obrajes y batanes

La introducción de telas europeas tuvo como antecedente la manufactura indígena de telas de fibras naturales; el uso de piedras para moler por golpeo se utilizó en su procesamiento. La producción

¹¹ Los hilos de latón eran muy delgados, se ponían muy juntos y se sostenían en varias tiras de pino perpendiculares a ellos.

de algodón (*ichcatl*) era escasa, por ello se reservaba para la confección de las ropas de las clases privilegiadas. Mantas de algodón de nobles, sacerdotes y militares se bordaban con plumas de ave y pelo de conejo. De la planta se extraían los frutos que se limpiaban, escardaban, peinaban e hilaban; algunas se teñían con vistosos colores y luego las tejían en el telar de cintura. La siembra del maguey (*ichtli*) era más común; la fibra de sus hojas se empleaba en la vestimenta de la población de escasos recursos. Las pencas se ponía a remojar y machacar para desfibrarlas; las tiras arrancadas se lavaban, luego las azotaban o tallaban y ponían a secar al sol, posteriormente las peinaban e hilaban para tejerlas en telares de cintura, labor propiamente femenina.¹²

En España los paños de lana eran muy usados, por ello fue necesaria la crianza de ovejas en América y por ende en Nueva España. Aunque los animales se adaptaron al nuevo clima su crianza fue lenta y la edificación de los molinos costosa; sin embargo, el procesamiento de la lana pronto fue asimilado por la mano indígena.

Después de esquila a los animales el producto se llevaba a los obrajes, talleres con telares donde se procesaba la lana. En ellos la lana se escogía y lavaba con agua y orín viejo (amoniac), luego la metían en agua fría para separar la grasa (lanolina), se escurría y extendían al sol. Seca se cardaba y hacían madejas, que con la rueca y el huso se estiraban y torcía para formar los hilos; durante estos trabajos la lana se engrasaba constantemente con aceite o manteca para evitar que se desgastara la fibra por tanto roce. En telares los hilos se tejían; terminada la labor se retiraban los lienzos, se colgaban y golpeaban con

¹² Algunas veces en los telares entretejían pelo de conejo y algodón, logrando una textura más suave, algunas otras se teñían con vistosos colores como la grana cochinilla, palo de Campeche, rojo de muiclte y flor de xochipalli, entre otros.

largas varas para deshacer nudos y retirarles el polvo. Las telas salían de diferente calidad; entonces se hacía la selección y las mejores se llevaban al batán, de donde saldrían convertidas en gruesos paños.

En los batanes se encontraban los molinos movidos por agua, llamados precisamente así porque en dichas máquinas los tejidos se enfurtían o llevaban “a batanar”. Por necesitar de la fuerza del agua los batanes se levantaron aledaños a ríos o manantiales, a diferencia de los obrajes que, aunque usaban agua para lavar la lana, no requerían de tanta fuerza, sólo los que tuvieron su propio batán.

En sus inicios el abatanado se hizo con los pies y, a diferencia de los molinos de trigo, los batanes trabajaron principalmente con ruedas verticales. No requerían de grandes caudales ni fuertes caídas de agua; el líquido se tomaba del “herido” y conducida por un canal de madera para incidir sobre las 16, 24 o más palas, colocadas equidistantes en la rueda, cuyo diámetro oscilaba entre dos y media a tres y media varas. La rueda transmitía su movimiento al árbol de levas, tronco que la atravesaba y que tenía insertados en su superficie dos pares de cuñas grandes, perpendiculares, equidistantes y colocadas en diferentes planos. Cada par de levas correspondía a uno de los dos porros, martinets o mazos que tenía cada máquina. Los dos mazos estaban suspendidos del “potro” o mesa que, apoyado en cuatro “pies”, conformaban el soporte de la máquina o castillo. Los porros, sujetos por mangos o “cabritas”, son pesados martillos de largos brazos que golpeaban la pila o imina, tronco grueso y resistente, aproximadamente de tres varas de largo y de diámetro una vara y cuarto, en cuya parte superior había un hueco excavado de tamaño suficiente para recibir los mazos y dar cabida a los trapos. En la parte superior de la imina se labraba un canal con aberturas

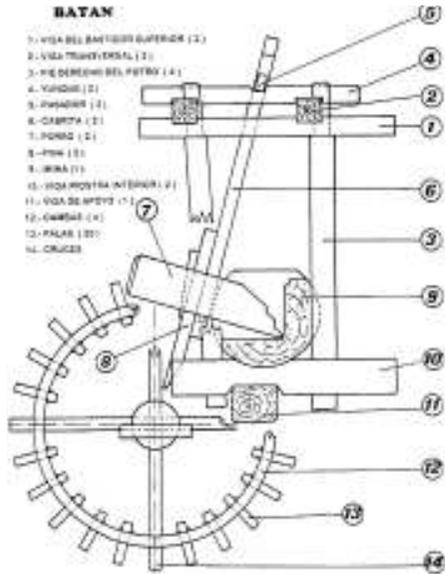


Figura 7. Batán de los Teixois, Taramundi. Gonzalo Moris Méndez-Valdés, *Ingenios hidráulicos históricos: molinos, batanes y ferrerías*, Oviedo, Universidad de Oviedo, 2001, pp. 71 y 81.

por donde escurría agua que constantemente humedecía los paños (figura 7).

Con la tela mojada se iniciaba la compactación de los tejidos. En la pila se acomodaban los paños plegados (en zig-zag); con acompasado movimiento de vaivén los mazos golpeaban y removían la tela;¹³ mientras uno subía jalando la mitad de la tela con los dientes escalonados y curvos que tenían en la parte inferior, el otro bajaba para acomodar la otra mitad, que ya había sido removida, y la recargaba en el respaldo de la banca; así, uno jalaba y el otro acomodaba, tal como dice el refrán popular: “los mazos de batán uno viene otro va”. Cuando terminaban de rotar la tela, el maestro paraba la máquina, tomaba el paño y lo volteaba para que no quedara tramo del lienzo sin ser atizado, lo reacomodaba en la imina y accionaba de nuevo el batán. Esto se repetía dos o tres veces, según la cantidad de tela, y cuando al tacto del

¹³ Al irlos golpeando se les agregaba agua caliente, orina y polvos de batanero (greda que absorbe la grasa y blanquea la tela). Posteriormente se sustituyó la arcilla por jabón disuelto en agua caliente. Los lienzos, al constreñirse, perdían alrededor de una cuarta parte de su extensión.

maestro las telas ya habían tomado la textura gruesa del buen fieltro, la máquina descansaba.

Los golpes y el agua que resbalaba por el canalillo de la pila terminaban de desengrasar y limpiar los tejidos; la permanente humedad de los paños también evitaba que el calor provocado por los porrazos maltratara los paños. Los martinetes trabajaban durante 24 horas o más; sus movimientos debían estar regulados con su peso y la fuerza del agua; si los golpes eran demasiado fuertes podía desgastar la tela, o si éstos eran muy frecuentes la rompía. Lo tardado y difícil del trabajo hacía que los paños abatanados fueran los más caros.

Terminado el abatanado, los paños se golpeaban sobre soleras con palas de madera para quitarles los dobleces; luego se ponían a escurrir; ya secos se entregaban a los dueños. El batanero cobraba la maquila proporcional a la cantidad de paños tratados.

Los primeros obrajes fueron construidos por Nuño de Guzmán y Hernán Cortés. La producción de lana y los obrajes se concentró en el centro de México: Tlaxcala, Cholula, Querétaro, Estado de Mé-

xico y Oaxaca. Algunos otros se establecieron en la periferia de la ciudad de México: el de Anzaldo y el de los Contreras en la Magdalena Contreras, el de Posada junto al rancho de Panzacola en Coyoacán, y el de San Jacinto, que pertenecía al obraje de Mixcoac.

La pólvora

La pólvora tiene su origen en la milenaria China para la elaboración de juegos pirotécnicos; posteriormente los árabes la emplearían para la fabricación de armamento; tras su propagación en España, varios siglos después llegó a América. En Nueva España la pólvora se comenzó a producir de manera muy rudimentaria cuando el armamento de Hernán Cortés fue insuficiente para seguir su lucha por la conquista de Tenochtitlan.

La pólvora es una mezcla de carbón vegetal, azufre y salitre (nitrato de potasio); la proporción de los tres puede variar; toma el color negro del carbón y al frotarla con los dedos ligeramente húmedos huele a paja por el azufre. Se hacía de tres clases; la de primera se destinaba a la fábrica de armamento, la de segunda a los explosivos de las minas y la de tercera, que era la de color más oscuro, a la pirotecnia.

El salitre y el carbón fueron fáciles de conseguir; el primero se encontraba en la tierra, en paredes y cuevas de zonas lacustres; el carbón se obtenía de diferentes árboles regionales, como el encino o el sauce. Sin embargo, el azufre fue difícil de conseguir; casualmente se encontró tras una expedición ordenada por Hernán Cortés a Diego de Ordaz para averiguar el secreto de la exhalación de humo del Popocatepetl cubierto de nieve.¹⁴

¹⁴ Hernán Cortés, *Carta de Relación*, México, Porrúa (Sepan cuántos..., 7), 2007, pp. 58 y 251.

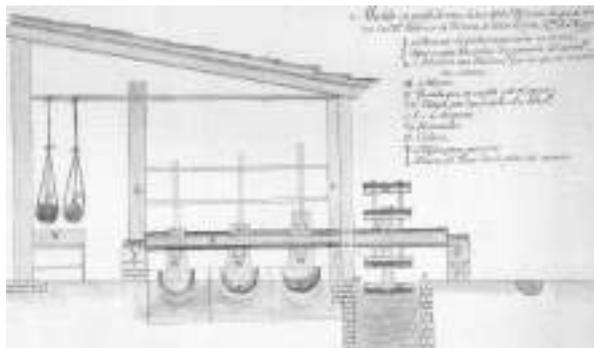


Figura 8. Molino de Pólvora de Villafeliche, 1764. AGN, Pólvora, vol. 23, exp. 168, f. 15v.

Salitre, carbón y azufre se llevaban a las salitreras, carboneras y azufreras, respectivamente. En ellas se limpiaban y mediante determinados procesos se obtenían en estado puro; posteriormente los molían en metates, morteros o molinos de sangre, los cernían y acomodaban en recipientes para entregarlos.

En la fábrica nuevamente se tamizaban por separado los tres ingredientes, luego se colocaban en una artesa, donde poco a poco se revolvián, y con una regadera de hoyos finos se humedecía lentamente y volvía a repasarse. La revoltura de la mezcla, rociada de agua, se repetía cuantas veces fuese necesario. Hasta que los tres ingredientes quedaban perfectamente incorporados se procedía a la molienda, que era el proceso más importante. La pulverización inicialmente se hizo en metates y morteros; posteriormente se incorporarían los molinos movidos por agua (figura 8).

El molino de agua era una rueda de eje horizontal; su diámetro, de nueve a 12 pies, guardaba proporción con el árbol o tronco de 14 a 16 pies que apoyaba ambos extremos en muretes de mampostería; en el madero se encajaban las levas equidistantes. El agua corría por un canal colocado en la parte superior de la rueda; con la fuerza del agua que incidía sobre sus paletas el tronco giraba y rítmicamente las cuñas levantaban los

mazos de hasta siete pies que, sostenidos en un soporte de madera, subían y bajaban simultáneamente para golpear levemente el material depositado en tres morteros de madera o bronce, enterrados en un paralelepípedo de mampostería. La parte de las cabezas que golpeaba tenía forma semiesférica para aligerar la percusión y evitar explosiones.

La molienda podía durar hasta 24 horas, tiempo en que la mezcla no se dejaba de humedecer con la misma regadera; mucha agua le restaba calidad, y si le faltaba podía enjutarse e incendiarse. Cada dos horas se volteaban las mixturas y las pasaban de un mortero a otro, por lo que cada mezcla era volteada y cambiada de recipiente 12 veces, es decir, que cuatro veces pasaba por cada olla. El molinero sabía contar los golpes y medir el tiempo exacto para evitar el peligro; tenía destreza y conocimientos matemáticos de los golpes y del número de cambios de olla a olla para obtener la calidad deseada. Probablemente los primeros molinos hidráulicos novohispanos tuvieron un mortero con su respectivo eje que, a manera de palanca, subía y bajaba golpeando la mezcla.

De la mixtura seguía el *graneo* de la pólvora, actividad de alto riesgo y peligrosidad. Consistía en granular la pasta a medio secar en cedazos; si el cernido no se hacía con precaución se podían producir explosiones e incendios. Después se dejaba secar en cajones; algunas porciones se *lustraban* poniendo el granulado en un torno, donde se seguía revolviendo hasta que terminara de secar. Finalmente la pólvora se empacaba en costales y resguardaba en cajones.

Por su uso militar y por el peligro que implicaba, la pólvora fue muy preciada y controlada en Nueva España, aunque se sabe que se hacía artesanalmente en locales clandestinos. Se pretendió establecer su control con el estableci-



Figura 9. Proyecto de los tres nuevos molinos en la Real Fábrica de Pólvora de Chapultepec 1767. Covadonga Villar Ortiz, *La renta de la pólvora en Nueva España (1569-1767)*, Sevilla, Escuela de Estudios Hispanoamericanos de Sevilla, 1988, p. 81.

miento de la Real Fábrica de Pólvora que se construiría en Chapultepec, donde también existía un molino de granos.¹⁵ Lo primero en construirse fue el edificio donde se guardaría la pólvora (casamata) y un molino para ser movido por caballos: “Junto a unos molinos que allí tenía el Rey, se levantó una pared, y al lado quedó construida la fundición de artillería y la fábrica y molino de pólvora”¹⁶ (figura 9).

La fábrica se concluyó en 1600; tras varios problemas en 1765 se impusieron medidas para mejorarla; entre ellas se hicieron nuevos molinos siguiendo el modelo de la fábrica española de Villafeliche, para lo cual se enviaron planos.¹⁷ El proyecto incluyó tres molinos, quedando terminada la obra en 1767.

El último día del año de 1778 se reportó un incendio, en el que el inmueble resultó muy dañado, que acabó con los tres molinos altos levantados en 1767, y se estimó la muerte de 36 trabajadores.¹⁸ Las autoridades consideraron la necesidad de construir otro edificio, eligiéndose entonces al

¹⁵ El molino de El Salvador se estableció en “Las Lomas del Rey” y se conoció como Molino del Rey.

¹⁶ Covadonga Villar Ortiz, *La renta de la pólvora en Nueva España (1569-1767)*, Sevilla, Escuela de Estudios Hispanoamericanos de Sevilla, 1988.

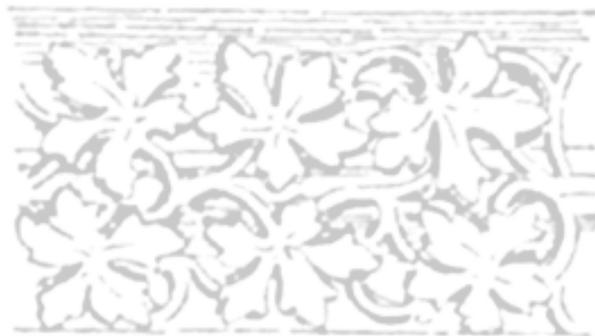
¹⁷ AGN, Molino de pólvora de Villafeliche (Zaragoza, España). José González 1766. José de Campillo, informe sobre las fábricas de pólvora de Villafeliche, 1764.

¹⁸ Biblioteca Nacional de Madrid, Carta de Mateo Badillo a José Antonio de Armona sobre el comercio e incendio del molino de la pólvora. México, 2 de enero de 1779. Fondo Sede de Recoletos, Sala de prensa y revistas D/22308.

ingeniero militar Miguel Constanzó para el proyecto que iniciaría en 1779. La nueva fábrica de pólvora se ubicó en el pueblo de Santa Fe, iniciando sus trabajos en 1781, tras otro incendio en la de Chapultepec.

En el año de 1768 se inauguró la Real Fábrica del Monopolio de la Pólvora en Atlixco, Puebla, aprovechando los suelos salitrosos y sulfurosos de la zona volcánica.¹⁹

Los molinos hidráulicos citados son algunos de otros tantos que para diferentes funciones, como la extracción del jugo de caña en ingenios azucareros, el corte de madera en aserraderos o para la fundición, extracción y trituración de metales, existieron en el territorio nacional; su ubicación, edificación y maquinaria reflejan la trascendencia que los maderos impelidos por agua tuvieron en la vida novohispana y principios del siglo decimonónico.



¹⁹ Humberto Morales Moreno, "Preindustria, protoindustria y sistema fabril en México en el siglo XIX", ponencia, Segundo Congreso Nacional de Historia Económica, octubre de 2004, México, UNAM, p. 7.