

## UN SINGULAR MOLINO DE VIENTO DE FINES DEL SIGLO XVI

Jaime GARCÍA MENDOZA

Universidad Autónoma del Estado de Morelos  
cuacuauhtzin@yahoo.com.mx

Durante el siglo XVI los mineros novohispanos buscaron facilitar los procesos productivos de explotación y beneficio de la plata, aumentando la producción con la inversión mínima de capital, recurriendo a innovaciones técnicas enfocadas a resolver tres de los principales problemas de la minería: el desagüe de los socavones, la molienda eficaz de los minerales extraídos de las minas y la obtención de plata y oro de los minerales de baja ley.<sup>1</sup>

El documento presentado aquí es parte de la *Memoria de Juan Francisco de Rojas sobre los secretos para hacer sacar plata y azogue de las lamas residuales, del modo de principio de movimiento y la forma de dar ley a los metales en veinticuatro horas*.<sup>2</sup>

Una parte del documento ya fue publicado con anterioridad y en ella se presentaron dos de estas innovaciones que proponían mejorar el método de amalgamación por mercurio: una correspondiente a la reducción del tiempo de beneficio de amalgamación y la otra a la recuperación de mercurio de los residuos generados por el proceso de amalgamación.<sup>3</sup>

La tercera invención, denominada por el autor “el modo de principio del movimiento”, trata de un molino de viento que rompe los parámetros de los molinos de su tipo utilizados hasta ese entonces en Europa y en la América española.

<sup>1</sup> Jaime García Mendoza, *Una región minera del siglo XVI: Temascaltepec, Zultepec, Zacualpan y Tasco*, tesis de maestría, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1994, p. 227.

<sup>2</sup> Archivo General de la Nación, México [en adelante AGNM], Ramo *Minería*, v. 29, f. 172-179.

<sup>3</sup> Jaime García Mendoza, “Dos innovaciones al beneficio de la plata por azogue en el siglo XVI”, *Estudios de Historia Novohispana*, núm. 19, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1999, p. 133-143.

En la Nueva España se tiene noticia que en el proceso de molienda del mineral extraído se utilizaban dos tipos de molinos, los hidráulicos y los mecánicos. Los primeros eran impulsados por la fuerza del agua corriente, mientras que en los segundos se recurría o a la fuerza física de los hombres o a la de los animales de tiro. El costo de los molinos hidráulicos era el más bajo, en tanto que los llamados “de labor” ocasionaban mayores gastos por los pagos de salarios de los trabajadores y la compra de animales de tiro y su alimentación. En este sentido, la invención del autor rompe con los parámetros establecidos porque se trata de un molino impulsado por el viento.

Antes de 1594, Juan Francisco de Rojas, alguacil mayor de la real audiencia de Santo Domingo, había escrito una memoria sobre unas invenciones aplicables en la minería, la cual fue presentada ante don Luis de Velasco, virrey de la Nueva España, con la finalidad de que se guardaran sus derechos. En el mes de junio del año mencionado, Rojas solicitó le fuera entregado el original de la memoria y se guardara un traslado en la audiencia de México, pues su intención era llevar sus inventos al Perú, donde los daría a conocer a los mineros, por supuesto obteniendo un beneficio económico por revelar sus secretas invenciones.

El traslado del documento mencionado se localiza en el Archivo General de la Nación de México, en el ramo de Minería. Este traslado se divide en cuatro partes.

La primera corresponde a la petición hecha por Juan Francisco de Rojas, el mandamiento de don Luis de Velasco para que se le devolviera el original y una breve mención de las tres invenciones. En esta sección, que apenas ocupa poco más de la primera foja, se sabe que Rojas había hecho una compañía con un tal doctor Montilla y otra persona llamada Alonso Zapata, quienes le ayudarían a llevar el documento a Perú, cada uno de ellos con una parte del documento y, ya estando los tres reunidos en dicho lugar, venderlo a los mineros.

Como ya se hizo mención más arriba, la segunda y cuarta partes se centran en la recuperación de plata y azogue de las lamas residuales que quedaban después de haber lavado el mineral beneficiado y en la descripción del método para hacer dar ley a los metales en veinticuatro horas.

La tercera parte, la que aquí se presenta, es la más amplia de sus argumentaciones y la dedicó a explicar el principio de movimiento de un molino de viento no experimentado hasta esa época. Este tipo de molino podía ser utilizado para moler trigo, caña de azúcar o metales.

Juan Francisco de Rojas habla en su memoria de las ventajas que acarrearía este invento, el cual se accionaba cuando el viento movía dos copas redondas, encontradas entres sí, cuya separación o reunión de ambas y dependiendo del largo de la cruz donde se deslizaban, daban mayor fuerza de torsión al eje central, permitiendo aumentar o disminuir la potencia del molino a capricho de los mineros.

En física, este fenómeno se conoce en la actualidad como “momento de torsión” y se define como la tendencia a producir un cambio en el movimiento rotacional, el cual se ve afectado tanto por la fuerza aplicada como por el brazo de palanca.<sup>4</sup>

Otro aspecto que destaca dentro del campo de la física es el fenómeno que el autor descubrió al observar la relación entre el diámetro de la rueda que giraba en el eje de la cruz y que impulsaba una rueda de menor tamaño. Decía que mientras la rueda del eje central daba una vuelta, la rueda impulsada completaba dos ciclos, lo que se traducía en un aumento de la potencia del mecanismo.

Este otro principio se conoce en la física como “transmisión del momento de torsión”, el cual se define como la relación entre el “momento de torsión de salida” y el “momento de torsión inicial”.<sup>5</sup>

Las copas se encontraban insertadas en un palo horizontal sobre la casa del molino, una en cada extremo. Esta disposición le permitía captar el viento sin importar la dirección de donde proviniese.

Esto rompía con otro de los parámetros de ese entonces, porque en el caso de los molinos de viento europeos era necesario mover la estructura, para que el frente de la casa quedara en dirección del viento e hiciese girar las aspas, cuyos brazos verticales eran paralelos a dicho frente.

Además, el palo horizontal sobre el que estaban insertas las copas, atravesaba al eje principal, formando una “T”, de tal manera que el impulso del viento se transmitía directamente al eje, dándole mayor propulsión.

<sup>4</sup> Momento de Torsión = fuerza x brazo de palanca. Paul E. Tippens, *Física. Conceptos y aplicaciones*, 5ª ed., Mc Graw-Hill, México, 1996, p. 77.

<sup>5</sup> *Ibid.*, p. 257-258.

Esta es otra característica diferente a los parámetros tecnológicos de la época, pues en el caso de los molinos europeos las aspas hacían girar un eje que impulsaba un engrane que a su vez hacía mover el eje principal a través de otro engrane, perdiéndose así parte de la fuerza de impulso.

En cuanto a los costos de la infraestructura, el autor estimaba que los de su invento eran menores con respecto a los que se realizaban en los hidráulicos o en los movidos por los animales de tiro. Además de que tenía otras ventajas sobre los molinos hidráulicos, que únicamente tenían mayor eficiencia si existía una corriente continua de agua, pero debido a la variación del clima tanto en el Perú como en la Nueva España, éstos solamente funcionaban cuando era temporada de precipitaciones pluviales.

De acuerdo al autor, otra ventaja consistía en un ahorro en los costos de la construcción del nuevo molino, aprovechando los materiales y los mecanismos con que se habían construido los molinos tradicionales que utilizaban los mineros.

Asimismo, Juan Francisco de Rojas previó las reticencias de los mineros al cambio tecnológico, razón por la cual trató de justificar la eficacia de su invento con una amplia explicación de los factores físicos y económicos que le favorecían. Sin embargo, a pesar del entusiasmo del autor, no hay noticia alguna de que esta nueva visión sobre los molinos de viento haya sido aceptada en el Perú o en la Nueva España, probablemente porque los paradigmas que normaban la visión de los mineros de la época no lo permitieron.

Por otro lado, se observa que la memoria de Juan Francisco de Rojas es muy didáctica pues viene acompañada de una serie de dibujos que ilustran las ideas del inventor. La mayor parte de las imágenes sirvieron para detallar el molino de viento, primero con figuras de cada una de las partes más importantes del mecanismo para finalizar después con un diagrama de conjunto de la invención.

Por lo demás, la narrativa de sus invenciones es clara y detallista, mostrando que el autor era muy observador y ordenado en sus explicaciones, las que fueron hechas con un lenguaje sencillo y en el que aparecen términos técnicos de la época, algunos de ellos poco usados o poco conocidos en la actualidad.

Es interesante observar que en su petición y memoria Juan Francisco de Rojas no mencionó que, en algún momento, haya in-

tentado dar a conocer sus invenciones entre los mineros de la Nueva España, aunque es factible que si lo hubiese hecho.

Asimismo, vale la pena advertir que a excepción del método del “beneficio por cazo” propuesto por el autor, al parecer las otras dos invenciones no fueron aceptadas ni por los mineros novohispanos ni por los peruanos. Sin embargo, hay que destacar que el hecho de registrar su memoria ante las autoridades es una muestra del potencial tecnológico que tenían sus inventos, de lo cual el autor era consciente y trataba de proteger sus derechos para obtener algún provecho económico.

Después de analizar el documento se puede concluir que la más original de sus ideas fue el molino de copas, que sería como un antecedente, aunque a una escala de tamaño mucho menor, de los anemómetros de tres o cuatro hemisferios utilizados en la actualidad para medir la velocidad del viento.<sup>6</sup>

Especulando sobre las posibilidades que representaba este molino de viento se puede suponer que el aprovechamiento de las corrientes de viento, aunque éstas fueran débiles, permitían aumentar la potencia del molino, gracias a la aplicación del mayor momento de torsión. Su construcción, que según el autor era relativamente económica con respecto a los otros tipos de molinos, hubiese permitido ahorrar las costosas obras de construcción de los hidráulicos y los enormes gastos de manutención de los animales de tiro o de las personas que movieran los mecánicos. También se hubieran podido instalar los molinos en cualquier región, ya fuese minera o agrícola, sin necesidad de que existiera alguna corriente pluvial. Tampoco hubiera importado si había suficientes animales de tiro o trabajadores para mover los molinos, pues la invención propuesta tenía un enorme rango de autonomía, que dependía únicamente del viento y requería solamente de uno o dos operarios para vigilar que el proceso de molienda se efectuara adecuadamente.

En el caso particular de la minería, la capacidad para aumentar la potencia del molino hubiera permitido una molienda más fina del mineral que hubiera redundado en un mayor aprovecha-

<sup>6</sup> Instrumento para medir la velocidad del viento. Los anemómetros de copas o cazoletas, normalmente constan de tres o cuatro hemisferios huecos, situados en los extremos de unos brazos radiales que giran en un plano horizontal y que a su vez impulsan un sistema de engranes al interior de una caja pequeña.

miento del azogue, ya que la mezcla del mineral más fino con el mercurio hubiese sido más adecuada para sacar mayor rendimiento de plata a menor costo. Asimismo, es probable que se hubieran ahorrado costos de mano de obra, animales de tiro, alimentos para los trabajadores y los animales, que hubieran permitido mejorar las condiciones económicas de los mineros, quienes constantemente se quejaban de la falta de recursos financieros y de los enormes gastos que solventaban.

Especulando un poco más, la fuerza de rotación de este tipo de molino, que podía situarse en cualquier lugar, lo que hace suponer que podía ser incluso fuera de la bocamina, es factible que hubiera sido aprovechada por los malacates para sacar el mineral desde el interior de las minas, ahorrando los pagos de salarios de los cargadores, y también, por qué no pensarlo, para aplicarla en un sistema de bombeo de desagüe más eficaz. Esto hubiera permitido, por un lado, un mayor beneficio de mineral y, por otro, resolver uno de los más grandes dolores de cabeza de los mineros, la inundación de sus minas, muchas de las cuales eran abandonadas por esta circunstancia.

En fin, dejando a un lado las especulaciones, a continuación se presenta la parte del documento correspondiente a la descripción del molino de viento, para que el lector saque sus propias conclusiones.

\*\*

*[Memoria de Juan Francisco de Rojas sobre los secretos para hacer sacar plata y azogue de las lamas residuales, del modo de principio de movimiento y la forma de dar ley a los metales en veinticuatro horas].<sup>7</sup>*

[Foja 173v]

[Del principio de movimiento]<sup>8</sup>

—Viniendo en el nombre de Dios, amén, a lo que es declarar el principio de movimiento, porque todo lo que a visto en mi modelo grande no se le olvide a vuestra merced, lo pondré aquí lo me-

<sup>7</sup> AGNM, *Minería*, v. 29, f. 172-179.

<sup>8</sup> *Ibid.*, f. 173v-199.

por que supiere, que a lo menos bastará para que se le refresque a vuestra merced la memoria de lo que ha visto en el modelo, y así ha de presuponer lo siguiente:

—Primeramente: se ha de considerar que en una cruz hay todas estas partes: un peón<sup>9</sup> o mástil que está en pie, derecho, en el cual hay cabeza y pie; y dos brazos, uno izquierdo y otro derecho; y tiene esta cruz cuatro ángulos rectos, dos superiores, en que hay un ángulo derecho e izquierdo, y otros dos inferiores, donde hay también uno derecho y otro izquierdo; y hay puntas de brazos y anchura, que es lo que mira a oriente y a poniente; que lo que mira a oriente podemos llamar delantera, y lo que mira a poniente, trasera; y estando puesta así, un brazo mira al norte y otro al sur, que son los dos polos que están opuestos; hay grosor de esta cruz, que es lo que en los brazos mira al suelo y al cielo, y en el peón o mástil de la cruz mira a los lados, que es al norte y al sur. Supuesto que esto es menester advertir que los peones o mástiles de las cruces de estos ingenios no son cuadrados sino ochaciados<sup>10</sup> o redondos, pero los brazos han de ser cuadrados; y en los peones se considera la delantera y trasera, la cual se puede señalar conforme a la delantera y trasera de los brazos; y a los lados se puede considerar el grueso aunque sea redondo el peón; y en los peones de ingenios de mulas, que llaman trapiches por otro nombre, se ha de añadir fuertemente el peón donde se ha de formar

[Foja 174]

la cruz, porque conviene que esté muy alto sobre la lumbrera o caballete de la casa para lo que se dirá adelante; y los brazos sino pudiesen ser de una pieza sola, háganlos más largos, añadiéndolos fuertemente a las puertas lo que fuere necesario para poner lo que ahora diré.

—Hanse de mandar hacer dos círculos de madera, que sí fueren redondos, hallándose comodidad de camones<sup>11</sup> con la vuelta ne-

<sup>9</sup>“Peón”, árbol o eje giratorio de una maquinaria. Real Academia Española, *Diccionario de la Lengua Española*.

<sup>10</sup>“Ochaciados”, de ocho lados.

<sup>11</sup>“Camón”, pieza curva para formar una rueda. Real Academia Española, *Diccionario de la Lengua Española*, 21ª ed., Madrid, Editorial Espasa Calpe, 1992 t. 1.

cesaria, serán mejores; pero no hallándose, háganse dosavados, esto es, de doce piezas de palos derechos, que viniendo a inferirse y clavarse por la puntas, vienen a ser un círculo casi perfecto, aunque con doce lados, que es de esta forma [Ver Figura 1. Círculo de madera]; y las puntillas que están a las esquinas son señales de los clavos; y los cuatro agujeros que están en oposición, dos de un lado y dos de otro, son los barrenos<sup>12</sup> que digo que han de ser tan gruesos como un dedo pulgar y más si fuere necesario; y en dichos agujeros, han de entrar unos hierros gruesos y fuertes de la forma de los que ponen en las sillas, con que cargan y llevan mujeres, para meter por ellos los palos de que hacen los que los llevan; y las puntas han de ser como de perno,<sup>13</sup> con su agujero y chave-  
ta,<sup>14</sup> y la forma del hierro es ésta [Figura 2. Hierros con perno], y esta portezuela<sup>15</sup> sirve de atar en ella un cordel; y el botón y anillo, que tiene en medio, debajo de la portezuela, ha de ser grueso

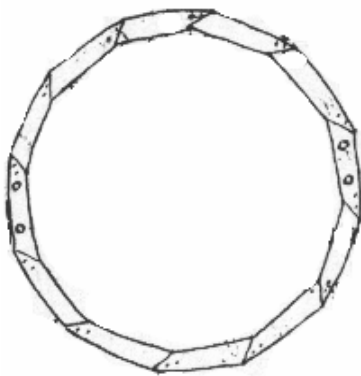


Figura 1. Círculo de madera

<sup>12</sup> “Barreno”, agujero hecho con una barrena o instrumento de acero para taladrar, *ibid.*, t. 1.

<sup>13</sup> “Perno”, Pieza de hierro, alargada, cilíndrica, con cabeza redonda por un extremo y asegurada con una chaveta, una tuerca o un remache por el otro, utilizado para asegurar piezas de gran volumen, *ibid.*, t. 2.

<sup>14</sup> “Chaveta”, clavija o pasador de hierro, hendido en toda su longitud, que introducido en un agujero, se remacha separando las dos mitades de sus puntas e impide que se salgan las piezas que sujeta, *ibid.*, t. 1.

<sup>15</sup> “Portezuela”, en este caso parece referirse a una “bisagra” por su forma de accionar como puerta. “Bisagra”, herraje de dos piezas unidas o combinadas que, en un eje común y sujetas una a un sostén fijo y otra a la puerta o tapa, permiten el giro de éstas, *ibid.*, t. 1 y 2.



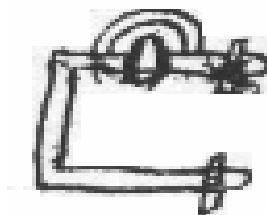


Figura 2. Hierro con perno

y que rueda fácilmente, como roldanilla de madera,<sup>16</sup> porque este hierro ha de rodar sobre madera, que es sobre los brazos de la cruz; y este círculo ha de tener dos hierros como éstos, uno a una parte y otro a otra parte; y ha de tener cada hierro de éstos tan largas puntas o brazos donde se metan las chavetas, que alcance a abrazar el brazo de la cruz y entre en el círculo; y el anillo o roldanilla, que digo que ha de tener cada uno de estos hierros, es semejante para que mejor se entienda a los hierros o anillos de los frenos de la brida<sup>17</sup> que andan alrededor; y estos hierros han de ser cuatro, dos para cada círculo; y han de ser estos hierros tan anchos y largos como dije, que en lo que ha de quedar fuera de la madera de los círculos, después de metidos en ellos por los agujeros señalados, puedan entrar y andar holgados los brazos de la cruz; y así no se han de clavar sino estando alzado el círculo en alto, para que se pongan bien; y han de poner en ésta manera que abrace, cada uno de los círculos, ambos lados de la cruz, poniendo, el uno, a la parte delantera, y el otro, a la parte trasera de la cruz; y si se pusieron estos hierros en los círculos de madera, estando abajo, después no podrían los hierros entrar en ambos brazos, sino en uno solo; y estando ya puesto el un círculo de madera, que sus dos hierros abrazan ambos brazos, teniendo las roldanillas que dije por la banda de arriba, que es por la parte del grosor del brazo que mira a la parte del cielo, entonces pongan el otro círculo, por la parte contraria, como dije; y

<sup>16</sup> “Roldana”, rodaja por donde corre la cuerda en una garrucha o polea, *ibid.*, t. 2.

<sup>17</sup> “Brida”, freno del caballo, *ibid.*, t. 1.

[Foja 174v]

y vendrán a quedar ambos círculos en la cruz, puestos de esta manera como lo muestra esta figura [Figura 3. Cruz y círculos de madera]; de manera que el un círculo está en la parte delantera y otro en la parte trasera, de suerte que cada uno abraza ambos brazos, como está dicho; de manera que cuando se quieren apartar como están ahora, se allegan hacia las puertas, y cuando se quieren juntar, toman de medio a medio el peón y mástil de la cruz y quedan ambos tan juntos que se tapan el uno al otro, poniéndose el uno delante y el otro atrás, fronteros; y esto de allegarse y apartarse hacen mediante las roldanillas que están en los hierros, que ruedan fácilmente por encima de los brazos de la cruz, tirando unas sogas que están asidas de la portezuela que está sobre la roldanilla como parecerá en su figura; y estas sogas pasan de la manera que se dirá adelante en su lugar y pintura; ha de tener cada círculo seis varas de medir de diámetro,<sup>18</sup> para los ingenios de plata; y es menester saber que sobre estos círculos se han de armar sobre

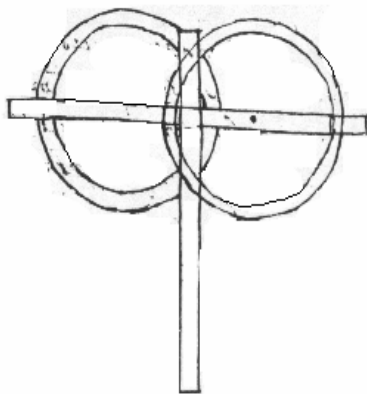


Figura 3. Cruz y círculos de madera

<sup>18</sup> Una vara de Castilla, la que se empleaba en la Nueva España equivalía a 0.836 metros. Así que cada círculo tenía de diámetro 5.016 metros. Alexander Von Humboldt, *Ensayo Político sobre el reino de la Nueva España*, 4ª ed., México, Editorial Porrúa, 1984, Anexo III, p. CXLIV.

cada uno, una media naranja o medio globo, que ha de ser así [Figura 4. Media naranja]; hácese de esta manera que se han de tomar varas largas o cañas hendidas, de manera que cimbrén<sup>19</sup> y doblen lo necesario sin quebrar; y si no alcanzaren, poniéndolos de una parte a otra en círculo en alto, será menester inferirlas y añadirlas para que alcancen, formando unos medios círculos, de manera que poniendo unos de oriente a poniente y otros de norte a sur, atravesando en la parte superior unos sobre otros, vengan a formar un medio globo o media naranja; poniendo tantos de estos medios círculos, cuantos basten para hacer la forma precedente; y en estos medios globos, que vienen a quedar formados, se ha de poner y encajar un género de velas a manera de escofieta<sup>20</sup> o media pelota de [...], hechos de algún género de lienzo, aunque sea de algodón, pero ha de ser tupido; y de esta manera se puede encajar sobre estos medios globos, de suerte que vengan al justo y apretados entre ellos.

—Y para poder juntar y apartar estos medios globos se han de abrir y hender con una sierra, las puntas de los brazos de la cruz de alto a bajo, de tal manera que [en] cada punta del brazo se abran dos concavidades, donde anden dos roldanillas de madera, quedando entre la una y la otra, madera del brazo que los divida; y las aberturas son de esta forma, que en ellas se han de

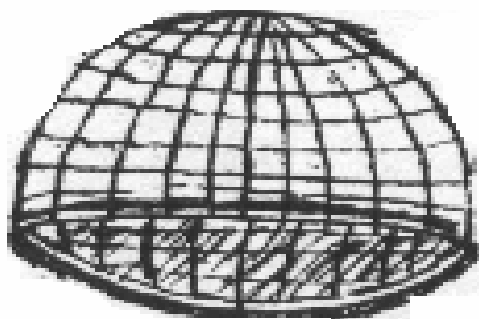


Figura 4. Media naranja

<sup>19</sup> “Cimbra”, vuelta o curvatura de la superficie interior de un arco o bóveda, Real Academia Española, *Diccionario....*, *op. cit.*, t. 1. Así que “se cimbrén” se refiere a que “formen una superficie de bóveda”.

<sup>20</sup> “Escofieta”, cofia o redecilla, *ibid.*, t. 1.

encajar al justo las roldanas, de suerte que anden sin impedimento; y el pernillo sobre que han de andar, va aquí señalado [Figura 5. Pernillo], que también ha de ser de madera [...] viene atravesado de oriente a poniente, estando las aberturas de la parte alta hasta la baja; y lo mismo se ha de hacer en la punta del otro brazo; y porque han de pasar por estas roldanillas unas cuerdas, han de ser fuertes y que sobren un poco por la parte superior del brazo y por la inferior, pero no por la parte de las puntas de los brazos que miran al sur y al norte, porque no se salga la cuerda fuera, sino que lo estorben las puntas de estas divisiones que están en las puntas del brazo de la cruz.

[Foja 175]

Y para que las cuerdas que vinieren por estas poleas<sup>21</sup> se tiren más fácilmente, se han de colgar de los ángulos inferiores y bajos de la cruz, dos poleas que, cada una tenga dos roldanas y vengán asidas de esta manera, que la soga de que se cuelga, y así la roldana del ángulo derecho venga asida del izquierdo superior y más alto, y el ángulo izquierdo venga asida del ángulo superior derecho, de manera que estas dos sogas, que vienen atravesando al sesgo, desde el derecho al izquierdo y del izquierdo al derecho, vienen a formar dos aspas, como de San Andrés,<sup>22</sup> una en la parte delantera y otra en la parte izquierda, digo trasera, que es de esta forma siguiente; y la forma de estas poleas que cuelgan en estos ángulos bajos son de esta forma siguiente [Figura 6. Polea], lo que tiene



Figura 5. Pernillo

Figura 6. Polea

<sup>21</sup> “Polea” rueda acanalada en su circunferencia y móvil alrededor de un eje. Por la canal o garganta pasa una cuerda o cadena en cuyos dos extremos actúan, respectivamente, la potencia y la resistencia, *ibid.*, t. 2.

<sup>22</sup> La “Cruz de San Andrés” tenía una forma de “X”.

arriba es la cuerda de que se ha de asir arriba; y otra pasada por un agujero que tiene la polea; y estas poleas han de estar altas cuanto fuere posible y pegadas a los ángulos bajos de la cruz. [Figura 7. Cruz]

—Estando hecho lo susodicho, han de tomar cuatro sogas fuertes de cáñamo o cabinjo, u otra cosa dura y recia, y amarrar una en el hierro del un medio globo, en la parte que está hacia la una punta del brazo de la cruz; y luego otra en el hierro de la otra, que está de esta parte de este mismo brazo; y estas dos sogas vengan a entrar en las dos roldanas de la punta del un brazo y otras dos sogas se han de poner en los otros dos hierros que están en el otro brazo y pasarlas por las poleas de la punta del mismo brazo; y luego han de entrar todas estas sogas por las dos poleas que están debajo de los ángulos inferiores de la cruz respectivamente, de manera que vengan las sogas que cuelgan debajo del brazo derecho a la roldana del ángulo derecho, derechas y paralelas, sin cabalgar una sobre otra y lo mismo ha de ser de la de la otra banda del otro brazo izquierdo; y de esta manera viene a tener, cada medio globo, dos sogas asidas de sus dos hierros, que la una de ellas va a la roldana de la punta del brazo derecho, y la

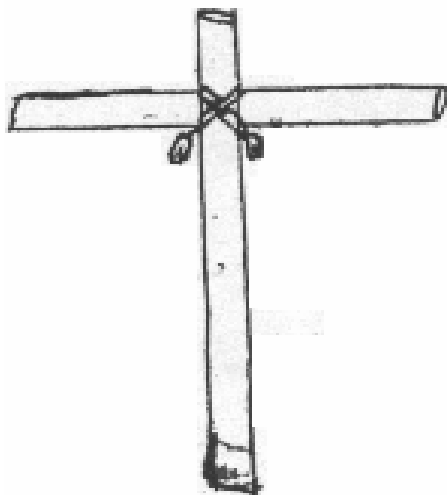


Figura 7. Cruz

otra a la del brazo izquierdo; y lo mismo tiene el otro medio globo, teniendo cuenta de que, la sogá del medio globo que está hacia la parte delantera, entre por la roldana que está más cerca de aquella banda y parte delantera; y las sogas del medio globo de la parte trasera, entren por las roldanas que están más cerca de aquella parte trasera; y estas sogas se han de asir en aquella parte del hierro que está como portezuela, por encima del anillo de hierro, que está pintado atrás.

—Y para que estas puntas de estas sogas (que cuelgan arrimadas al peón por su entrada por las roldanas de las puntas de los brazos y luego por las que están debajo de los ángulos) tengan de que asir y se pueda tirar por ellas, cuando se quieran apartar, poco o mucho, como fuere necesario, las medias naranjas o medios globos, o quieran juntarse y hacerse un globo redondo y entero que sirva

[Foja 175v]

para hacer esto, se ha de hacer debajo de la rueda del peón, que es la que perna<sup>23</sup> en el carrito o lanternilla del [...], una manera de gavia fuerte,<sup>24</sup> donde estén dos personas cuando sea necesario, que la una esté de una banda y la otra de otra para que con unos tiren de estas sogas, estando las dos que salen de un brazo asidas por las puntas, y las otras dos del otro también; y primero que se hagan de las puntas, han de rodearse en torno redondo, que como una cigüeñuela<sup>25</sup> se mueva, de manera que torciendo a una parte afloje la sogá, y de la otra tire; y el otro torno,<sup>26</sup> ni más ni menos, con sus dos sogas, cuando la una afloje ha de tirar de la otra; y así aflojando la una y tirando la otra se van llegando o apartando estos medios orbes o medias naranjas, y ni más ni menos, se llegan de una parte a otra las [cugastas] de las sogas, que han de ser siete

<sup>23</sup> “Perna” proviene de “perno”, es decir, que penetra a manera de perno en otra pieza.

<sup>24</sup> “Carreto”, refiérese a “carrete”, cilindro, por cuyo centro pasa un eje. “Gavia” jaula de madera. Real Academia Española, *Diccionario...*, *op. cit.*, t. 1. Cuando habla del “carreto”, quiere decir, un carrete en forma de jaula circular que giraba sobre el eje.

<sup>25</sup> “Cigüeñuela”, codo del eje de ciertas máquinas, *ibid.*, t. 1.

<sup>26</sup> “Torno”, maquinaria simple que consiste en un cilindro dispuesto para girar alrededor de su eje por la acción de palancas, cigüeñas o ruedas y que ordinariamente actúa sobre la

u ocho roscas o bultos de sogas,<sup>27</sup> como en la figura de delante se mira más claro; y estas roscas de sogas no ha[n] de subir una sobre otra, sino que todas estén sobre el palo redondo de la cigüeñela o torno, y quedando en este palo otro tanto vacío o sin roscas de sogas, queda lugar para que volviendo el torno al contrario, aflojando de una y tirando de otra sogas, vendrán las roscas a pasarse a la parte media del palo, donde no las había y han de ir sin subir una sobre otra como he dicho; y otro torno como este ha de estar de esta otra parte de la gavia, y en ella han de ser ambos de fundamento y fuerza, y así conviene que sea fuerte.

—Y porque este movimiento se hace con viento, y algunas veces es escaso, y otras moderado, y otras recio, y respecto de esto se ha de temprar y medir su movimiento conforme al viento y a la fuerza que tuviere, porque si fuere poco se pueden desviar estas dos medias naranjas, tanto cuanto fuere posible; y si moderado, no se han de desviar tanto; y mientras más fuerte fuere el viento se han de juntar y acercar más hasta venir a hacerse un globo orbe entero y perfectamente redondo, que entonces, aunque haya mucho viento no le puede ofender, porque el agua y el aire hacen muy poquita fuerza o casi ninguna en lo convexo y redondo, y al revés bate mucha en lo cóncavo, porque en lo convexo se desliza y esparce, y en lo concavo se recoge y auna su fuerza, y así hace mucha fuerza en lo cóncavo, y en lo convexo ninguna.

—Aunque como vuestra merced habrá considerado este movimiento es con aire, y le podrán argüir a vuestra merced diciendo que, para esto impedirán los casos que hay en Potosí a donde están los ingenios, y que no habrá por esta razón el viento necesario, a lo cual se ha de responder que infiriendo sobre el peón de las ruedas, que ahora tienen otro peón alto, donde se ha de formar esta cruz, se puede hacer muy fácilmente midiendo lo largo, de manera que alcance el viento, que cualquiera le aprovecha, venga de donde viniere, y también será menester porque estos dos medios globos han de andar por encima de las casas, que las más de Potosí son pajisas,<sup>28</sup> que se abajen los techos y cumbres<sup>29</sup> de las dichas casas, cuanto fuere

resistencia por medio de una cuerda que se va arrollando al cilindro, *ibid.*, t. 1

<sup>27</sup> Se refiere a las cuerdas o sogas enrolladas en el cilindro o torno.

<sup>28</sup> "Pajizo", cubierto de paja. Real Academia de la Lengua, *Diccionario... op. cit.*, t. 2.

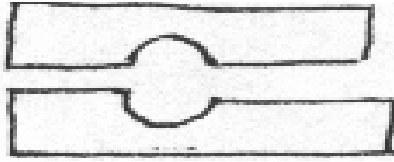


Figura 8. Base del cigüeñal

[Foja 176]

posible, esto es en la parte donde estuviere el ingenio, y en la cumbrera o caballete de la casa, por la parte donde ha de asomar el peón de la cruz, se han de poner dos palos que vengan a juntar entre los dos, ha de hacer un agujero, por donde ande el peón alrededor fácilmente, los cuales son de esta forma [Figura 8. Base del cigüeñal], que después de juntos y ajustados hacen un agujero redondo, pero ha de tener una cerradura por medio de cada lado de estos palos, de manera que si se viere, parezca cada cerradura una media rosca de la hembra opuesta, en que entra un husillo o tornillo, salvo que es redondo, que venga la una cerradura enfrente de la otra, porque se ha de encajar entre estas dos cerraduras un tablón redondo, que ha de estar encajado de cuadrado en el peón, que la forma de esta tablón o arandela<sup>30</sup> o tortero<sup>31</sup> es ésta [Figura 9. Base de la cruz] y ha de tener de grueso tres dedos,

Figura 9. Base de la cruz

<sup>29</sup> “Cumbrera”, caballete de los tejados, *ibid.*, t. 1.

<sup>30</sup> “Arandela”, cualquier pieza en forma de disco perforado, *ibid.*, t. 1.



y ha de venir adelgazando desde el cuadrado a la circunferencia, y ha de ser de dos piezas porque se encaje bien en el cuadrado del peón, y alrededor del cuadrado del tortero o arandela hasta su circunferencia ha de estar liso y bien labrado para que ande fácilmente en el encaje de los dos palos, donde ha de entrar, que so lo que pinté atrás que han de estar en la cumbrera, y la forma que ha de tener este tortero, no mirándolo de llano sino por la parte de su circunferencia es ésta, donde parece bien que está más delgado, mientras marchaba su circunferencia y la cavadura<sup>32</sup> que ha de estar entre los dos palos de éste, ha de andar, ha de ser de la forma acomodada de la arandela, para que entre holgada y lisamente en ella, que ha de ser así, la cual forma ha de ser en redondo por dentro de la circunferencia de estos dos palos, ha de haber en esta arandela o tortero, que se encaja en el peón con dos agujeros de un lado, tomando la junta en medio, y de estos dos del otro lado semejantemente como parece en la figura y pintura de atrás, por los cuales han de entrar estas sogas que cuelgan de las roldanas y así están amparadas y seguras de aflojarse, y para que puedan pasar abajo, se hace esta arandela y por la figura siguiente se muestra mejor todo, y el torno que ha de estar en la gavia, va puesto de por sí, porque se vea mejor, y la cabeza de la cruz no ha de ser tan larga como está aquí, y para que las sogas se tiren y aflojen, han de estar dadas tantas vueltas, cuantas sean menester, para que tengan tanta parte de soga cuanto fuere menester para alcanzar toda la distancia que se apartan y acercan estos medios globos u orbes, y las roscas que van deshaciendo por la parte de la soga, que se van cargando esas mismas se van haciendo por la parte de la soga donde se va encogiendo, de manera que cuando una tiran, largan y descogen la otra, y la revés, la que primero largaron la toman a encoger, de manera que unas veces vienen a estar las roscas a donde no las había, y otras vuelven a donde antes estaban, y otras veces están en medio del torno conforme a la necesidad que hubiere de llegar o apartar los medios globos, conforme al asiento que tuvieren poco o mucho como está dicho.

<sup>31</sup> "Tortero", rodaja donde entre un husillo o tornillo, *ibid.*, t. 2.

<sup>32</sup> "Cavadura", acción o efecto de cavar, *ibid.*, t. 1. Se refiere a la incisión o hendidura hecha

[Foja 176v]

—Y porque no diga vuestra merced que al fin este es molino de viento y que por esta razón no se debe estimar en tanto, pondré las razones siguientes en que se prueba que es el mejor modo de movimiento que jamás se ha usado y más útil. [Figura 10. Ingenio de moler]

- Primeramente digo que es el mejor movimiento que se ha inventado en el mundo por muchas ventajas que hace a los de agua y a los que se mueven con animales, y a los demás molinos de viento que hasta ahora se han usado. Y la primera razón es porque todos los molinos de agua, tienen las tomas y presas dificultosas, y muchas veces se llevan los ríos las dichas presas, sino se hacen de cantería fortísima y costosísima por ser de albañilería difícil, y con todas estas costas dejan de moler mucho tiempo por falta de agua, y por todas estas razones digo que es mejor mi modo de movimiento, porque cesan en el todas estas dificultades.

[Foja 177]

—Iten es mejor que el de animales, porque ellos cuestan muchos dinero y se mueren, y los hurtan, y demás de esto son muy costosos porque para sustentarlos se gasta mucha paja y cebada especialmente en Potosí, donde valen tan caras estas cosas, y al fin es mejor que estos porque trabajan poco y esperan a remudarlos y meter otros descansados tres o cuatro veces al día, y ha de haber quien los recoja y azote, y tiene mucha costa de herraduras y clavos.

—Iten es mejor que los molinos de viento porque los que hasta ahora se han usado tienen todas estas dificultades. La primera que cuesta fundar un molino de viento de estos muchos dineros, porque se forma una casa toda de tablazón, con su sobrado alto, con muchos maderos y pinos reales, que la fortaleza y gran cantidad de pernos y clavazón, todo lo cual cuesta mucho y dura poco, porque como es madera todo y siempre está al agua y al sol, se consume y dura poco porque se pudre.

—Lo otro porque habiendo de andar toda la casa alrededor, es mucho trabajo que cada vez que se muda el viento, se ha de revolver la casa y sino se hace esto para su movimiento, no muele.

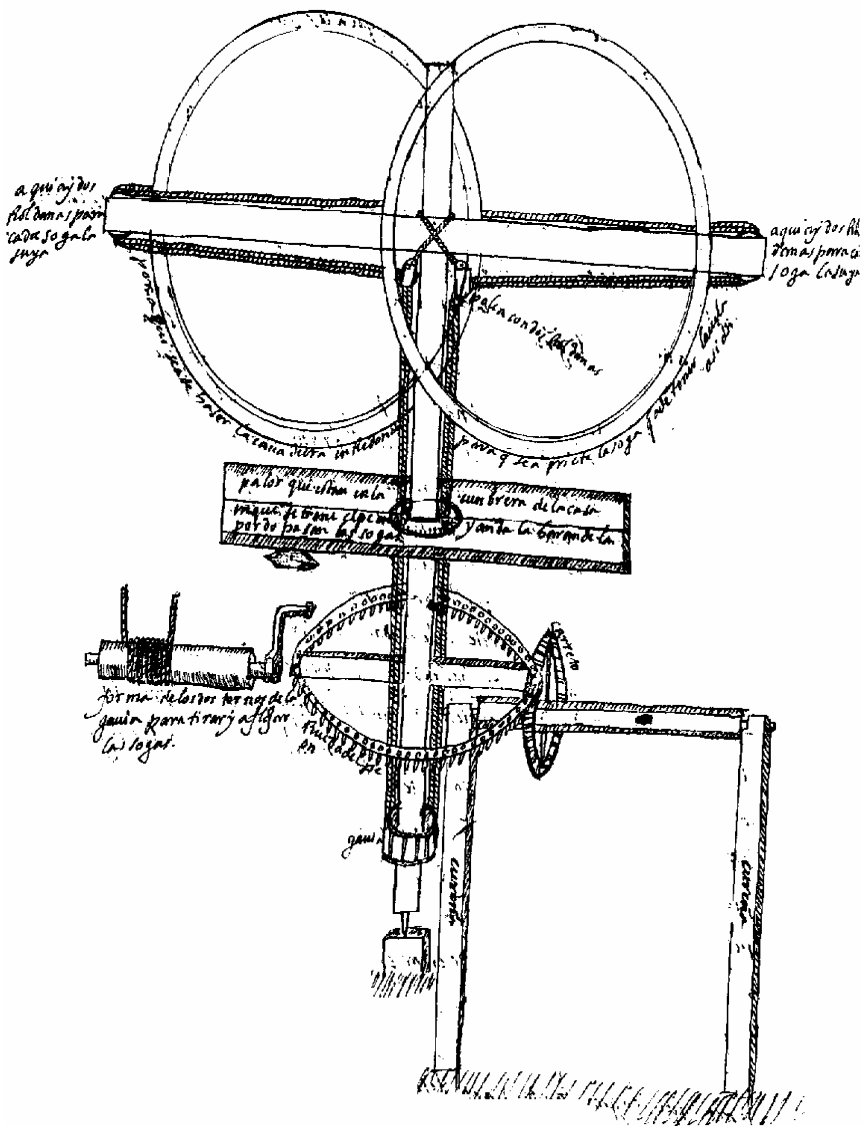


Figura 10. Ingenio de moler

—Lo otro porque con vientos recios y tempestuosos se caen estos molinos y se desbaratan, porque para que se mueva toda la casa, los fundan sobre un quicio, el cual se suele quebrar fácilmente y venir toda la casa abajo.

—Lo otro porque la molienda ha de estar por fuerza en un sobrado alto, el cual no puede sufrir los golpes de los mazos si es ingenio de azúcar y de plata, y se vendría abajo, demás de que fuera mucha costa y trabajo subir la piedra de plata o caña de azúcar por escaleras de mano arriba a la molienda, demás que el suelo del sobrado no tiene fuerza para sustentar tanto peso, y así no se han aplicado los molinos de viento, que hasta ahora se han usado a los molinos de plata, y caña, y de azúcar, y otras faenas, de para sólo el pan y para eso son buenos.

—Las calidades que este movimiento tiene, aunque alguno dirá que no siempre hay viento, digo que aunque falte tres o cuatro horas del día menos, menos inconveniente es que no falte el agua tres o cuatro meses del año, y menos inconveniente que hacer tantos gastos en comprar mulas y tener barreadores<sup>33</sup> y quien los recoja y darles paja y cebada, que tanto cuesta y otros gastos de herrarlos y en montarlos para el frío, porque el inconveniente de faltar viento un poco de tiempo, de día se suple con que lo de más del día que hay viento, muele tanto que es más que doblado que lo que muelen las mulas y tanto como muele el agua en todo el día, y está a la voluntad del que lo quiera hacer darle aún más fuerza que ésta, porque con muy poquita costa más se hace haciendo los globos algo mayores para que cojan más viento, lo cual no se puede hacer en el agua, porque por ser limitada en algunas partes, y en Potosí si quisiérenlos echar mucha, acabarse a más presto; y en los trapiches e ingenios de mulas,

[Foja 177v]

si las hicieren salir de su paso y correr mucho, vendrán a salir más presto del trabajo porque se cansarán más presto y será menester tener más mulas para remudar y se han de tener más veces de estas remudas.

en el eje, dando forma cuadrada al mismo, para que embonara el disco de madera.

<sup>33</sup> “Barreador” proviene del verbo “barrear”, cercar un sitio, *ibid.*, t. 1. Así que se refiere las

—Otra calidad tiene este principio de movimiento, y es poderse hacer en casa [de] piedra y pajisa y en donde quisieren, y en suelo fuerte, y no tiene necesidad que la casa ande alrededor para que muele el ingenio, con cualquier viento; y la casa de estos ingenios, si fuere posible, será mejor, si fuere redonda y que el tejado lo fuere teniendo en punta arriba, porque no fuese menester tan alto peón para los medios globos, porque podrán andar mejor.

—Iten tiene otra calidad, que los treinta y dos vientos del aguja<sup>34</sup> le sirvan sin tener necesidad de que se vuelva a donde viene el viento para que de donde quiera que venga, muele de la misma manera, sin ninguna preferencia y sin necesidad de tener cuidado, sólo de templar el movimiento como he dicho.

—Lo otro, que se le pueden dar más diversidad de proporciones en su movimiento por puntos o grados, conforme se viere que es necesario para la obra a que se aplicare, porque conforme a los grados o puntos de distancia que hubiere de llegarse o apartarse los dos medios globos, así será la fuerza y movimiento, lo cual no se puede tan menudamente templar en los molinos de viento que ahora se usan sino en dos o tres diferencias cuando más.

—Lo otro y que ningún día deja de servir, y menos daño es esperar cuatro horas el viento que cinco o seis meses el agua, porque con más brevedad se socorre a la necesidad presente de esta manera, que aguardando tanto tiempo.

—Y la costa que importa más en este movimiento, no es casi nada porque sólo es desvelos, que no es la décima parte de lo que hay embarrado de dinero en mulas y gastos de sustentarlas así en Potosí como en donde quiera, y por estas razones y otras muchas, que por no ser largo, callo, es este principio de movimiento maravilloso y provechosísimo, y que socorre muchas necesidades y facilita las moliendas, y ahorra los grandes gastos que hoy tienen en hacer tomas de agua y presas y acequias largas, que suelen ser de una legua y dos, y es cosa extremada que nos podamos aprovechar del viento para moler metales de plata, especialmente en Potosí, donde es tan caro todo, que es cosa de espanto que una fanega de maíz o cebada cuesta diez ducados de buena plata, y todas las demás cosas a este respecto, demás de que ayuda maravillosamente el ser extraordinario el viento en Potosí, y si acaso

personas que hacían cercados o corrales para meter a los animales de tiro.

<sup>34</sup> Se refiere a la llamada "Rosa de los Vientos" que marca los 32 rumbos en las brújulas.

dentro en la villa de Potosí no hubiere lugar de alcanzar el viento, aunque añadiere el peón largo sobre el que hubiere de los ingenios ordinarios de mulas, en tal caso menos daño es mudarlo fuera de allí a donde alcance mejor el viento, que tener el gasto que hoy tiene en los trapiches de mulas.

[Foja 178]

—Y adviértase que si se hicieren algunos ingenios de todo punto nuevos con ruedas nuevas y ejes nuevos, que quizá se harán especialmente en los ingenios de agua por el tiempo que les falta el agua, que la rueda que se ha de poner en el peón para mover el carrito del eje, basta que sea doblado mayor de lo que es el carrito que viene a ser la mitad menos, que lo que tiene de grandeza y dentadura, las ruedas que agarra se hacen en los ingenios de mulas, que suele tener cuatro veces más de diámetro y dentadura que el correcto, porque se mueve tan ligeramente este movimiento, que basta que el eje y carrito den dos vueltas mientras la rueda grande del peón da una, y con esto tendrá harto movimiento y en los ingenios que ahora hay de mulas, se pueden servir de sus mismas ruedas sin mudarlas hasta que con el tiempo se vengán a gastar o quebrar éstas, que entonces se pueden hacer más pequeñas, la mitad de lo que ahora son y así costarán menos de hacer y esto basta en lo que toca al principio de movimiento e ingenio.

—Sólo resta decir, de que manera se pueden quitar las velas, estando parado el ingenio, sin moverse, y los dos medios globos juntos formando un globo entero y estando así se pueden quitar de esta manera, para lo cual es menester saber que esta vela ha de tener a la boca una soga cosida, que le sirva como repulgo de polaina y ha de haber en cada círculo de los de madera, sobre que se arma el medio globo, una cavadura en redondo, algo honda, y sobre ésta se ha de apretar con una soga fuertemente la boca de la vela redonda, quedando la soga que le sirve de ribete, fuera, para que aunque haya mucho viento, estorbe, que no se salga la vela de donde está apretada, porque este ribete de soga que está cosido a la boca no podrá pasar por debajo de la soga que aprieta la vela, metiéndose por la cavadura, que ha de tener el círculo de madera, y cuando quieran quitar esta vela, no hay más que hacer

que aflojar la sogá que la aprieta, y mete por aquella cavadura, la cual ha de estar con dos nudos apretada por la banda de abajo, para que se desañude fácilmente, y estando floja puedan tirar de ella y quitarla, y luego se quitara la vela, por no tener quien la apriete y detenga, y para esto puede tener unos cordelillos, de donde la tiren, cuando la quieran bajar, pero esto de quitar las velas no es necesario, sino para cuando se quieren remendar, que venga alguna gran tormenta, que entonces también se pueden bajar los medios globos, quitando las chavetas de los hierros, que los tienen, y bajándolos poco a poco sin quebrar.

[...]

[Foja 199]

[....]

—De todo lo cual están fechas dos relaciones, ambas de centenar, que la una lleva el dicho señor doctor Antonio Montilla y la otra me queda a mí, Juan Francisco de Rojas, firmadas de más nombres en presencia y ante Pedro de Ledezma, escribano público de esta ciudad de Santo Domingo, en veinte y siete días del mes de noviembre del año de mil y quinientos y noventa y tres. Francisco de Rojas, el doctor Montilla. Firmaron ante mí Pedro de Ledezma, escribano público.

Va testado/ men/ ha declarar la casa que ande alrededor se/ entre renglones/ sar/ s y sino la ha tomado todas/ que mandó/ m / rt/ es/ e / b / i/ roscas/ d/ o vengar/ L/ r/ y / p/ La/ S lo restado no vala/ y lo que mando y entre renglones vala/.

Fecho, sacado, corregido y concertado fue este dicho traslado con en el dicho original y va cierto y verdadero, en la ciudad de México, a diez y ocho días del mes de junio de mil y quinientos y noventa y cuatro años, siendo testigo Martín de Pedroza y Juan de la Serna escribano público de México.

Trabajo recibido el 8 de marzo de 2006  
y aprobado el 5 de julio de 2006