



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CONSIDERACIONES TÉCNICO-ECONÓMICAS PARA LA APLICACIÓN DE LA
TECNOLOGÍA AL DESARROLLO EN EL DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA
VÁLVULA DE APERTURA Y CIERRE PARA PUNTO DE AGUA

María del Mar Recio Díaz

Tutores

José Manuel Arenas Reina

José Antonio Mancebo Piqueras

Madrid, 13 de marzo de 2014



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CONSIDERACIONES TÉCNICO-ECONÓMICAS PARA LA APLICACIÓN DE LA
TECNOLOGÍA AL DESARROLLO EN EL DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA
VÁLVULA DE APERTURA Y CIERRE PARA PUNTO DE AGUA

Vº Bº tutores

Fdo. M. M. Recio Díaz Fdo. J. M. Arenas Reina Fdo. J. A. Mancebo Piqueras

ÍNDICE

1.- PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS DEL PROYECTO	1
1.1.- Planteamiento del problema	1
1.2.- Ubicación del problema	19
1.3.- Justificación del problema	27
1.4.- Objetivo del trabajo	28
2.- ESTADO DE LA TÉCNICA	29
2.1.- Antecedentes y productos similares	29
2.2.- Análisis crítico de soluciones encontradas más adecuadas	47
3.- PROPUESTA DE DISEÑO CONCEPTUAL	50
3.1.- Principios de diseño	50
3.1.1.- Normativa aplicable	50
3.1.2.- Diseñar para la usabilidad	51
3.1.3.- Diseñar para la fabricación	52
3.2.- Propuestas formales y evaluación de alternativas	53
3.2.1.- Descripción y justificación de las metodologías empleadas	53
3.2.2.- Bocetos	54
3.2.3.- Optimización del diseño: aplicación del QFD y conclusiones	56
3.3.- Elección definitiva. Bocetos preliminares	60
4.- DISEÑO PRELIMINAR	66
4.1.- Estudio preliminar de materiales y procesos de fabricación	66
4.1.1.- Estudio preliminar de materiales	66
4.1.2.- Estudio preliminar de procesos de fabricación	78
4.2.- Estudio preliminar de costes	79
4.3.- Modelo virtual con asignación de materiales	79
4.4.- Fabricación del prototipo	82
4.5.- Ensayos experimentales y valuación	89
4.6.- Análisis y rediseño de la solución adoptada. Bocetos definitivos	
5.-DISEÑO DE DETALLE	106
5.1.- Documentación gráfica	106
5.2.- Documentación de fabricación y de montaje	106
6.- ESTUDIO ECONÓMICO	110
7.- CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS	113
8.- BIBLIOGRAFÍA	114
ANEXO 1	123

ANEXO 2	127
ANEXO 3	138

1.- PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo general del presente proyecto es una contribución tecnológica orientada a la concepción y aplicación de consideraciones técnico-económicas para la aplicación de la tecnología al desarrollo en el diseño y fabricación de una válvula de apertura y cierre para punto de agua, destinado al consumo humano en contextos de acceso precario al agua.

1.1.- Planteamiento del problema

Es conocida la importancia del agua como factor clave en el Desarrollo Humano [1]. El agua debe ser suficiente para cubrir sus necesidades básicas (de 50 a 100 litros/persona/día) y con unas condiciones mínimas de calidad (3 litros/persona/día de agua potable [2]).

Los problemas principales relacionados con el agua son el acceso, la cantidad y calidad de la misma, y el coste. La falta de calidad da lugar a enfermedades, que en muchos casos son mortales al complicarse con problemas relacionados con una deficiente alimentación y/o con otras enfermedades, falta de medicamentos o de asistencia médica. En otros casos, está relacionada con el acceso incorrecto al saneamiento y la falta higiene. Y en todos los casos, la población afectada es la más pobre.

En la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Agua, celebrada en Mar del Plata (Argentina - 1977) [3], se asumió el reto de alcanzar la cobertura total de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento en 1990, recomendando que los países [4]:

- a.- Realicen proyectos relacionados con el agua, pero que éstos sean capaces de autofinanciarse en cuanto sea posible.
- b.- Reduzcan los costos de los proyectos mediante una mayor participación de la población, un uso más amplio de la mano de obra, uso de materiales y tecnología locales, diseños más económicos, establecimiento de empresas mixtas para la fabricación de bombas, válvulas, etc.

Y se recomienda la existencia de una cooperación técnica entre países en desarrollo (cooperación Sur-Sur), para facilitar la selección de tecnologías apropiadas o sociales de bajo costo para cada país o región, de acuerdo con las condiciones socioeconómicas y geográficas locales.

Sin embargo, a pesar de adoptar un “Modelo de Respuesta a la Demanda” por los agentes implicados en las labores de cooperación como las ONG’s, agencias donantes de ayuda al desarrollo y centros de investigación sobre la problemática del agua (Anexo 1), estudios existentes sobre los puntos de agua (un punto de agua es la parte de la instalación de abastecimiento de agua por donde se accede al agua) y su relación con la tecnología en los proyectos relacionados con el agua [5][6], ponen de manifiesto que en los primeros cinco años de funcionamiento, en torno a un 30% de los puntos de agua se convierten en no funcionales (figuras 1 y 2).



Figura 1. Punto de agua abandonado. Tanzania. Fuente MSABI [7]



Figura 2. Punto de agua abandonado. Sistema Mkongoro I. Kigoma. Tanzania. Fuente propia (2012)

Sólo entre el 35 % y el 47 % de los puntos son funcionales 15 años después de la instalación, dependiendo de la tecnología, detectándose los siguientes problemas:

a.- Falta de capacidades de las comunidades para gestionar los servicios durante y después de la instalación de los sistemas de abastecimiento, incluyendo los puntos de agua.

La mayoría de las comunidades donde se construyeron las instalaciones de abastecimiento de agua, no estaban involucrados o informados sobre la planificación de los puntos de agua. Estas instalaciones se entregan a la comunidad sin que ésta entienda sus roles y responsabilidades ni tampoco la de otros actores clave, como son los ingenieros y técnicos de agua, y los miembros del comité de agua del pueblo.

Por otra parte, cuando un punto de agua deja de estar operativo, las comunidades no saben qué hacer o dónde buscar apoyo, siendo estos abandonados.

También influye el rol distinto que tienen las mujeres y los hombres en la comunidad. Es muy común que sean las mujeres y los niños, los encargados de ir a buscar agua (figura 3), y los hombres son los que toman de decisiones en la aldea, por tanto, estos no conocen los problemas existentes en los puntos de agua, ya que lo consideran un asunto de mujeres.



Figura 3. Niños acarreamo agua. Tanzania. Fuente: MSABI

La principal razón técnica por la que los puntos de agua dejan de funcionar es la falta de mantenimiento preventivo, como la fijación de los grifos y válvulas, bloqueo en las tomas de agua por hojas muertas o basura, etc. Por lo general, las personas responsables del mantenimiento no tienen los conocimientos necesarios para llevarlo a cabo, o bien, tienen los conocimientos pero no se les paga lo suficiente, con lo cual, tienden a buscar empleo en otro lugar.

Por otra parte, la tecnología utilizada no se entiende, o no es adecuada al contexto local, o no se adecua a lo que las personas quieren o pueden pagar. En algunos casos, los repuestos no se encuentran a nivel local, o son muy caros.

También se ha detectado, que la distribución de los puntos de agua no es la adecuada. En algunas zonas, tienen más puntos de agua que los necesarios, por tanto, si un punto de agua se rompe, no se repara. Sin embargo, otros puntos de agua están ubicados en zonas que están muy alejadas de las viviendas, con lo cual, aunque funcionen, nunca se utilizan.

En algunos casos, los sistemas de abastecimiento de agua son financiados por entidades privadas, con buena voluntad pero sin suficientes conocimientos técnicos. Estas instalaciones se rompen poco después de ser construidas.

b.- Estructura de gestión no alineada con las políticas nacionales.

Aunque las comunidades tienen la iniciativa en el desarrollo de sus instalaciones de abastecimiento de agua y son responsables de ellas, como tradicionalmente ha habido una dependencia del Gobierno central, no se entiende que este sea un regulador o un “facilitador”, y no un proveedor de servicios, en este caso, se encarga de la provisión de agua. Se sigue manteniendo la mentalidad por la mayoría de las personas que forman la comunidad, de que el agua es gratuita y las personas se niegan a pagar por los servicios de abastecimiento de agua. Como consecuencia de lo expuesto, en algunas zonas, el agua es gratuita, se utiliza de forma irresponsable, no hay reglas ni regulaciones por lo que no se imponen multas, las bombas de agua son robadas y los puntos de agua son objeto de actos vandálicos.

Por otra parte, hay una falta de voluntad para pagar los servicios ya que las fuentes tradicionales están disponibles, a pesar de que el agua no es segura, es decir, está

contaminada. Debido a que los microorganismos no son visibles a simple vista, no se piensa de forma generalizada que pueda existir una relación entre las enfermedades y el agua.

Los miembros de las comunidades se quejan de que no hay un buen servicio en el abastecimiento de agua y dejan de pagar el agua. Al no tener haber dinero en la comunidad para el mantenimiento, el sistema de abastecimiento se deteriora aun más, entrando en una espiral perniciosa, que acaba en el colapso del sistema.

La tarifa del agua es variable. No hay nada regulado ni estipulado. Los precios cambian de un pueblo a otro pueblo, pudiéndose pagar una cantidad fija por mes o por año, por persona o por familia, o por bidón. En algunos casos, la tarifa se ajusta para que sea posible realizar el mantenimiento de uso cotidiano, sin prever posibles reemplazos o una gran reparación. En otros casos, el precio es demasiado alto siendo utilizado el dinero para otros fines, incluso fines personales. En ningún caso existe una estimación de los costos de operación y mantenimiento de los sistemas, no habiendo justificación alguna entre los gastos y la tarifa del agua.

c.- Enfoque de género.

Debido a que la tarea de ir a buscar agua es propia de mujeres y de niños (figura 4), y que el peso que tienen que acarrear las mujeres es aproximadamente 25 kg, son habituales los problemas en la columna vertebral. Estos problemas pueden aparecer como consecuencia del transporte del agua durante largas distancias, o bien, por acarrear agua sobre la cabeza, que es la forma tradicional de transportar la misma.

En los países en desarrollo, enfermedades como artrosis y reumatismo degenerativo son comunes entre las mujeres de edad avanzada. Además, el crecimiento de los niños puede verse irreversiblemente afectado por este pesado trabajo.



Figura 4. Punto de agua. Tanzania. Fuente: ECOLUTION-a (2011) [8]

Resumiendo, los problemas que se pretenden solucionar son:

- que los puntos de agua no dejen de prestar servicio y por tanto que no sean abandonados
- la falta de sentimiento de propiedad de los sistemas de abastecimiento

Un punto de agua básico (figuras 5 - 17) consta de:

- plataforma en la base
- codo 90º conectado a la tubería de la instalación
- tubería vertical
- codo 90º
- grifo



Figura 5. Punto de agua. Kigoma. Tanzania. Fuente propia (2012)

La plataforma puede ser de cemento o simplemente piedras, con la finalidad de que el agua no se lleve la tierra y deje al descubierto la tubería de abastecimiento de agua.

El único requisito que deben cumplir desde el punto de vista dimensional es la altura del grifo respecto al suelo. Esta debe ser superior a la altura del cubo de 25 litros que usualmente utiliza la población local para el transporte de agua (34 cm).

Los problemas que presentan estos puntos de agua son debido a las fugas de agua, como consecuencia de:

- aflojamiento del codo de la base debido a la manipulación del grifo sin que tenga el punto de agua una estructura resistente, llámese cuerpo, que soporte la fuerza necesaria para abrir el grifo
- rotura del grifo que produzca fugas de agua que encharquen el terreno pudiendo dejar al descubierto la tubería de abastecimiento de la instalación. Varios grifos rotos permanentemente abiertos puede vaciar el depósito de agua [9].



Figura 6. Punto de agua. Kigoma. Tanzania. Fuente propia (2012)



Figura 7. Punto de agua. Kigoma. Tanzania. Fuente propia (2012)



Figura 8. Punto de agua. Kigoma. Fuente propia (2012)



Figura 9. Punto de agua. Dar-er-Salaam. Tanzania. Fuente propia (2012)



Figura 10. Grifo. Dar-er-Salaam. Tanzania. Fuente propia (2012)



Figura 11. Grifo. Fuente Ecolution-a (2011)



Figura 12. Instalación de agua en punto de agua. Tanzania. Fuente Ecolution-a (2011)



Figura 13. Grifo. Kigoma. Tanzania (2008) [9]



Figura 14. Grifo. Kigoma. Tanzania (2008) [9]



Figura 15. Grifo. Kigoma. Tanzania (2008) [9]



Figura 16. Grifo. Kigoma. Tanzania (2008) [9]



Figura 17. Grifo. Kigoma. (2008) [9]

Los puntos de agua utilizados en cooperación en Tanzania, constan básicamente de:

- plataforma de la base con desagüe
- codo 90° conectado a la tubería de la instalación
- cuerpo
- codo 90°
- grifos

La plataforma de la base mejora la protección de la instalación de abastecimiento de agua, y el agua sobrante deriva al exterior mediante el rebosadero, trasladando a una zona exterior del punto de agua, el problema del encharcamiento inmediato de la zona (figura 18). La plataforma de la base tiene unas dimensiones tales que permite estar una persona de pie en punto de agua en la operación de llenado.



Figura 18. Punto de agua. Tanzania. Fuente MSABI



Figura 19. Punto de agua. Tanzania. Fuente MSABI

Sin plataforma ni desagüe se puede encharcar la zona, producir erosión en el terreno y lo más importante, aumentar la probabilidad de la existencia de mosquitos transmisores de la malaria (figuras 19 -21).



Figura 20. Alrededores de un punto de agua. Tanzania. Fuente Ecolution-a (2011)



Figura 21. Punto de agua. Tanzania. Fuente MSABI

Las soluciones existentes a este problema pueden agregar un problema de accesibilidad sobre todo cuando se transporta el cubo lleno de agua en la cabeza ya que la postura (erguida, manteniendo la carga en equilibrio) no permite mirar por donde se pisa (figuras 22 y 23).



Figura 22. Punto de agua. Tanzania. Fuente MSABI



Figura 23. Punto de agua. Tanzania. Fuente ISF [10]

Otro problema de accesibilidad se plantea con las escaleras (figura 24).



Figura 24. Punto de agua. Tanzania. Fuente MSABI

El agua que circula por el desagüe debe dirigirse a algún sitio que no produzca encharcamiento. La solución puede pasar por dirigir el agua a través de un suelo filtrante que aumenta el poder de absorción de la tierra o redireccionarla a una acequia para que sirva de riego (figuras 25 y 26).



Figura 25. Punto de agua. Tanzania. Fuente MSABI



Figura 26. Punto de agua. Tanzania. Fuente MSABI

En algunos puntos de agua se ha incorporado una plataforma intermedia para la colocación del cubo para que se coloque sobre la cabeza y se transporte limpio (figura 27).



Figura 27. Punto de agua. Kigoma. Tanzania. Fuente propia (2011)

Es conveniente tener en cuenta un soporte de apoyo para el recipiente (cubo o bidón) para que el esfuerzo a realizar al levantar el cubo lleno de agua hasta la cabeza sea menor. Además, debe tener un tamaño adecuado a las dimensiones del recipiente para que se mantenga en equilibrio (figura 28).



Figura 28. Punto de agua. Fuente ACH [11]

El problema de la rotura de los grifos en los puntos de agua sigue existiendo de la misma manera que en un punto de agua básico. El tipo de grifo más utilizado es de latón de $\frac{3}{4}$ " (figura 29).



Figura 29. Grifo de latón. Fuente Ferretería Martí

Un grifo o válvula de apertura y cierre, es un elemento que permite el paso de un fluido al exterior, a diferencia de una válvula o llave de paso, que permite la circulación del fluido por el interior de la instalación [12]; y consta básicamente [13] de una parte fija o cuerpo y de otra parte móvil que es la que regula el flujo del fluido (figuras 30-32). En la figura 31 se muestra el despiece del grifo, siendo: (a) cuerpo, (b) cruceta o muletilla, (c) eje – soporte, (d) soporte del eje o montura, (e) tornillos de sujeción a la cruceta, (f) soleta.

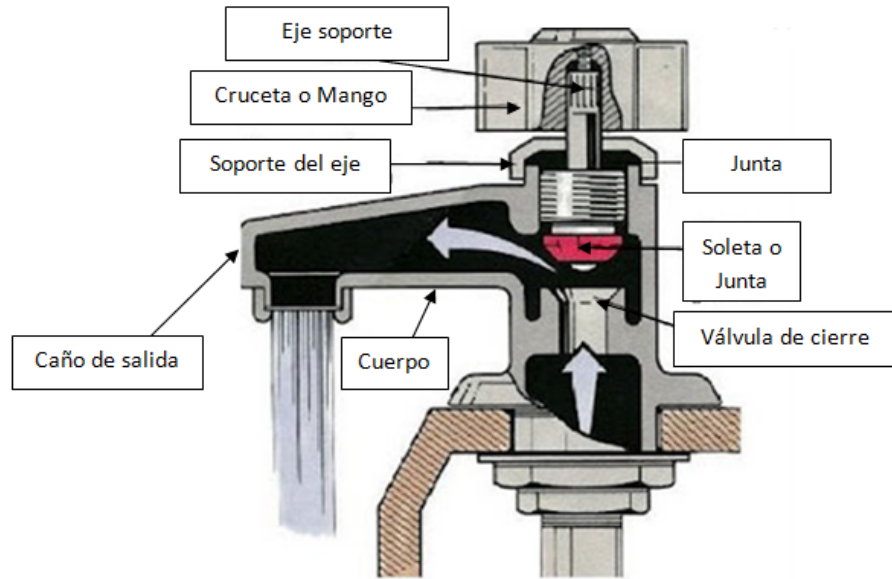


Figura 30. Partes y funcionamiento de un grifo

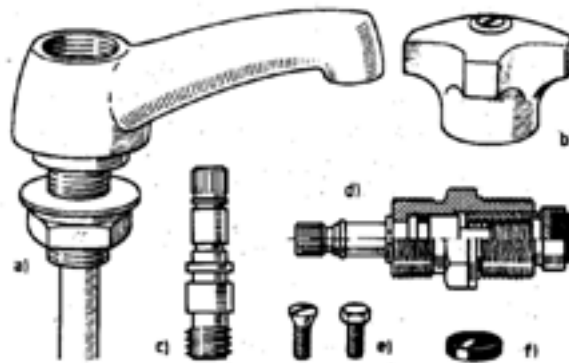


Figura 31. Partes de un grifo

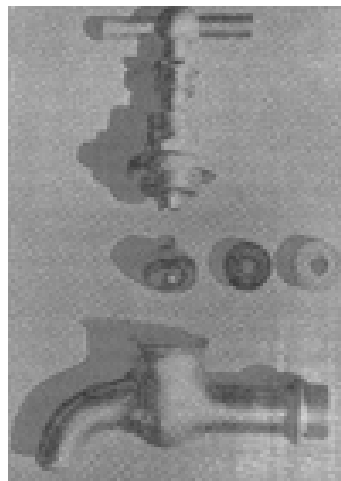


Figura 32. Partes de un grifo

Básicamente el grifo es un mecanismo a manera de compuerta o tapón que permite cerrar el paso del fluido por una tubería (figura 33).

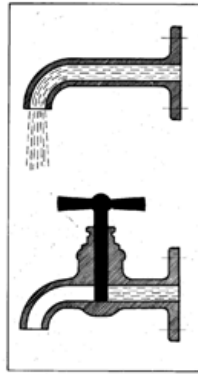


Figura 33. Mecanismo que regula el paso del agua

Cuando se quiera dar paso al agua se gira la cruceta que desplaza el eje hacia arriba, levantando la válvula de cierre que tapona el paso al agua. Se gira en sentido contrario la cruceta para impedir el paso del agua (figura 34).

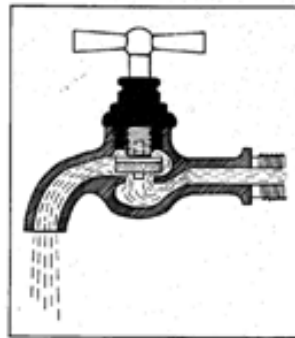


Figura 34. Esquema de un grifo

Para subir o bajar la compuerta se utiliza una rosca. Debido a que la rosca no es estanca y a la presión del agua, se producen fugas por la rosca. Para evitar esta fuga de agua se coloca alrededor de la rosca estopa o material similar (B), el cual se aprieta por medio de una tuerca, llamada prensaestopas. Una tuerca roscada al cuerpo del grifo (soporte del eje), une todos los elementos móviles anteriores (C) (figura 35).

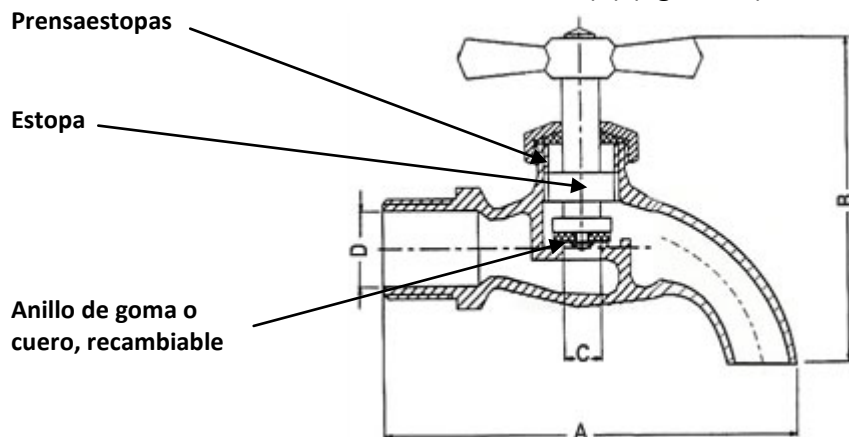


Figura 35. Esquema de un grifo. Fuente Llave de chorro – Nitoven

Los grifos deben cerrar el paso del agua sin apretarlos completamente. Si se aprietan a fondo y no se cierra por completo el grifo, es preciso cambiar las juntas, porque en caso

contrario, se fuerza el paso de la rosca del mecanismo de obturación, resultando una avería que exige el cambio del grifo.

La junta, soleta o zapatilla de un grifo, es una arandela que impide el paso del agua. Es de material elástico que se adapta al asiento de la válvula de cierre al ser presionado (figura 36).



Figura 36. Grifo. Fuente Intermon Oxfam [14]

Se llama también cuero porque solían estar hechos de este material. Actualmente se utilizan materias plásticas o goma que son más eficaces. La condición más importante es que sea un material elástico y no poroso. La goma tiene el inconveniente de que se deteriora rápidamente.

El procedimiento que hay que seguir para arreglar las averías es en primer lugar cerrar la llave de paso que impida la salida de agua por el grifo y actuar según la misma. Las averías que pueden presentar los grifos son:

- 1.- El grifo gotea por el caño de salida.
- 2.- El grifo se abre pero no sale agua.
- 3.- El grifo gotea por el prensaestopas.
- 4.- El grifo gotea por la unión del soporte y el cuerpo del grifo.
- 5.- El grifo gotea por la unión con la pared u otro soporte.
- 6.- La cruceta gira pero no llega a su fin.

1.- El grifo gotea por el caño de salida. Aflojar el soporte del eje del grifo y sacar la montura para asegurarnos dónde está la avería (figura 37). En (A) se muestra por dónde se produce la fuga y en (B) cómo hay que proceder para aflojar el soporte del eje.

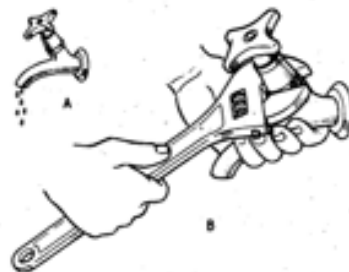


Figura 37. Avería Tipo 1

Si la soleta o junta está rota o deteriorada (figura 38), se cambia por una nueva y se vuelve a montar el grifo (figura 39).

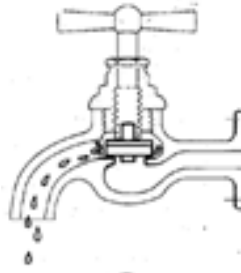


Figura 38. Goteo del grifo por el caño. Desgaste de la soleta

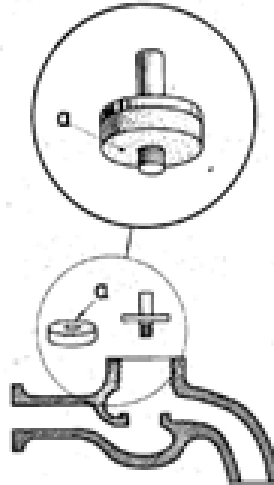


Figura 39. Junta

Si la soleta está en buenas condiciones, la avería se debe a que el asiento de la válvula está deteriorado por la existencia de fisuras que la junta no puede tapan y por las cuales se escapa el agua (figura 40).

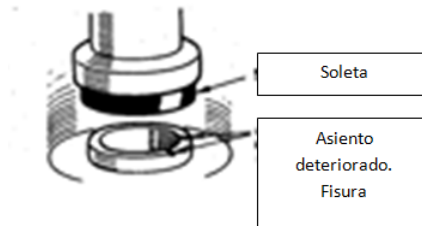


Figura 40. Asiento deteriorado

La herramienta utilizada para reparar asientos se acopla a la rosca del eje del grifo. Al hacerla girar, la fresa colocada en su extremo rectifica la superficie del asiento (figura 41).

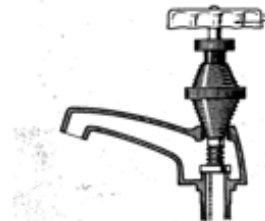


Figura 41. Utilización de la herramienta

Son los fabricantes de estas herramientas los que suministran fresas de distinto tamaño (figura 42).

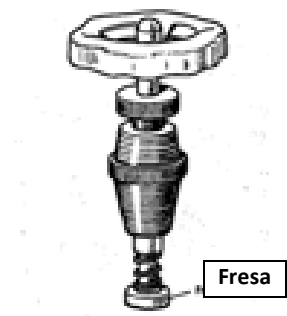


Figura 42. Herramienta para rectificar el asiento

2.- El grifo se abre pero no sale agua. Esto es debido a que se ha producido una obstrucción, por tanto, es preciso desmontar y sacar el eje del soporte, y proceder a eliminar la obstrucción introduciendo un alambre por el paso del agua. También es posible que se haya quedado agarrotada la válvula de cierre por óxido o por elementos extraños. En este caso hay que extraerla y comprobar si está en buenas condiciones (figura 43).



Figura 43. Forma de desatascar un grifo introduciendo un alambre

3.- El grifo gotea por el prensaestopas (soporte del eje) (figura 44). Puede ser debido a que el prensaestopas no tenga la suficiente presión y se deba apretar hasta eliminar el goteo. Si no se consigue nada apretando, hay que extraer la tuerca del prensaestopas y colocar otra estopada (Teflón o cáñamo) ya que probablemente esté deteriorada (figura 45).

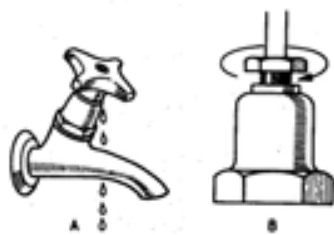


Figura 44. (A) Goteo del grifo por el prensaestopas; (B) Apriete de la tuerca del prensaestopas

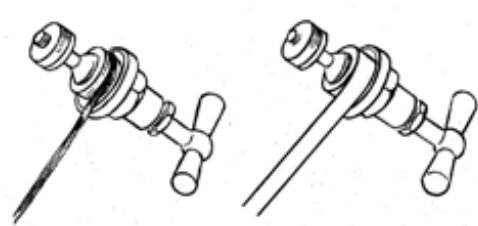
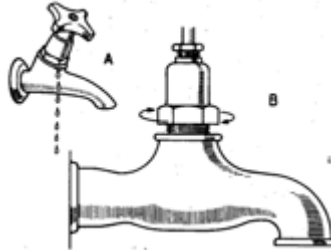


Figura 45. Cambio del prensaestopas

4.- El grifo gotea por la unión entre el soporte y el cuerpo del grifo. Si el soporte del grifo no está deteriorado lo más probable es que se haya aflojado del cuerpo. Bastará apretarlo convenientemente (figura 46).



**Figura 46. (A) Goteo del grifo por la unión entre el soporte y el cuerpo del grifo;
(B) Apretar el soporte del grifo**

5. El grifo gotea por la unión con la pared u otro soporte. Se trata de una avería en el lugar de la unión con la tubería empotrada. Es probable que la junta esté deteriorada (figura 47).



Figura 47. Goteo del grifo por la unión con la pared

6. La cruceta gira pero no llega a su fin. Primero hay que desmontar el soporte y comprobar que la rosca no esté desgastada. Para ello se hace presión en sentido vertical ascendente y descendente sobre el eje para ver si cede. Si la rosca está en buen estado nos limitaremos a cambiar la zapata o soleta. Si la rosca está deteriorada habrá que pensar en cambiar todo el grifo. Si se trata de un grifo antiguo que se quiera conservar habrá que encontrar un taller mecánico que pueda hacer un eje nuevo (Figura 17).

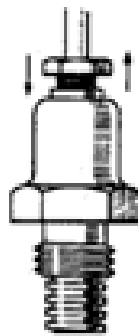


Figura 48. Movimiento vertical sobre el eje para comprobar el buen estado de la rosca

La avería que presentan los grifos en los puntos de agua estudiados es la imposibilidad de cerrar el grifo con la cruceta y la pérdida de agua por el prensaestopas. Esta avería se produce por el uso excesivo del grifo, falta de mantenimiento y por el acceso al grifo de multitud de personas, sobre todo niños, que no lo cuidan al no sentirlo como una propiedad,

y es prevenible con un mantenimiento continuo del grifo, consistente en el cambio de la junta. Si el mantenimiento no se realiza, la avería pasa a ser, de un problema de la junta, a un problema de la rosca del eje. Esta avería no tiene arreglo. Hay que cambiar el grifo.

Por los motivos vistos con anterioridad en este mismo apartado, no se realiza el cambio del grifo a pesar de que el coste del mismo sea aproximadamente de 7.000 chelines tanzanos (cambio en agosto 2012: 1 euro son 1887 chelines tanzanos) equivalente a 3,7 euros.

Por último, otro problema que presenta los puntos de abastecimiento de agua es que la mayoría de ellos, no tienen caja de válvulas que permitan el cierre de la circulación de agua en caso de avería.

Por tanto, el tema a tratar para resolver los problemas planteados anteriormente, es:

Estudio técnico – económico para la aplicación de la tecnología al desarrollo en el diseño y fabricación de una válvula de apertura y cierre para un punto de agua.

1.2.- Ubicación del problema

El problema se ubica en comunidades aisladas de Kigoma – Tanzania (figura 49). Tanzania [16] es uno de los países más grandes de África (945.000 km²). La República Unida de Tanzania ocupa un territorio conocido históricamente como Tanganyika. Obtuvo su independencia en 1961, creándose, con la unión de Zanzíbar, en 1964, la República Unida de Tanzania. Limita al norte con Kenia y Uganda; al este con Zaire, Ruanda, Burundi y Zambia; y al sur con Malawi y Mozambique. Con la independencia se instaló en el poder J. Nyerere, que propuso un modelo económico autárquico y próximo al comunismo. En los años 90, Nyerere cede el poder. El nuevo equipo de gobierno da un giro radical a la economía tanzana, siguiendo las indicaciones del FMI. De esta manera se reducen drásticamente los presupuestos de la administración, dejando que sea la iniciativa privada la que realice las inversiones en el país. El estado pasa a desempeñar exclusivamente las tareas de regulación y control del mercado.

Sin embargo, las inversiones no se producen porque, con la excepción del turismo, Tanzania no cuenta con riquezas naturales cuya explotación pueda interesar a las empresas. No obstante, Tanzania ha tenido un gran crecimiento económico durante los últimos años, beneficiándose de ello unos pocos. Tiene un alto desempleo juvenil y la diferencia de ingresos podría afectar de forma negativa, el progreso económico y social, a menos que se tomen medidas para paliarlo. En Tanzania la reducción de la pobreza extrema, la desnutrición y la mortalidad materna siguen siendo desafíos clave de desarrollo. Las diferencias son grandes entre las zonas rurales y las zonas urbanas.

La población total de Tanzania es de 47,7 millones de personas [17] con un índice de crecimiento de la población de un 2.69%. La población se sitúa fundamentalmente en las zonas rurales, en las que vive aproximadamente el 72% de la misma. La esperanza de vida es de 58 años. La población en las regiones rurales depende de los recursos naturales para su

subsistencia. La explotación no sostenible de los recursos naturales, el acceso al agua y el cambio climático global, pueden hacer que no se cumplan los Objetivos del Milenio. La composición étnica de Tanzania es muy heterogénea, como la de la mayoría de los países del África subsahariana, existiendo más de cien grupos étnicos diferentes. Esta situación, consecuencia del proceso de colonización y descolonización europea, no genera en Tanzania tensiones étnicas importantes, por el momento [18].

Políticamente, los pueblos están gobernados por alcaldes elegidos democráticamente. Se agrupan en *Katas*, que están compuestas por dos o tres municipios. Estas *katas*, a su vez, se agrupan en una *Tarafa*, que sería la administración más cercana con autoridad sobre la zona en la que se va a trabajar.

Por otra parte, hay que destacar que en 2013 Tanzania ha crecido económicamente un 7%, muy por encima de los promedios regionales y mundiales, y que en 2012 el gobierno tanzano fue uno de los 10 mejores gobiernos de África (en la sexta posición), aunque la lucha contra la corrupción es un problema importante.

Como resumen, Tanzania ocupa el puesto 152 de 186 según el índice de desarrollo humano del PNUD de 2013 [19], disponiendo de una renta per cápita de 584\$, una de las rentas más bajas del mundo, con un estado que no dispone de recursos para invertir, especialmente en zonas rurales. Por este motivo, la cooperación para el desarrollo sigue desempeñando un papel importante en la financiación de las actividades de desarrollo. La actividad de algunas ONGD's se centran en las zonas rurales donde la carencia de servicios exige una rápida solución.

La preocupación por el abastecimiento del agua en medio rural por parte del gobierno tanzano comenzó a mediados del siglo XX. En los años 70 se diseñó un proyecto para que toda la población tanzana dispusiera de agua potable a una distancia aceptable. El gobierno financiaba el 75% y las comunidades locales el resto. Pero nunca se llevó a cabo. En 1991, con la nueva política en materia de agua, el gobierno tanzano traslada la responsabilidad del suministro de agua a las comunidades. Son las comunidades las que tienen que crear un Comité de Agua del pueblo que es el responsable de recoger fondos y abrir una cuenta bancaria; ir al Departamento de Agua del Distrito y solicitar ayudas para la realización del sistema de abastecimiento de agua. El Departamento Regional actúa solo como órgano regulador y de consulta. Entre 1999 y 2002 se revisa la política Nacional de Agua y se define claramente que son los usuarios los responsables de la gestión y mantenimiento de los sistemas, cargando con una parte del coste de la ejecución del sistema. En la práctica, hasta ahora en la mayoría de pueblos no tienen un sistema de agua capaz de proporcionar agua potable, bien porque no lo han tenido nunca o porque no son capaces de obtener los recursos para construirlo o repararlo.

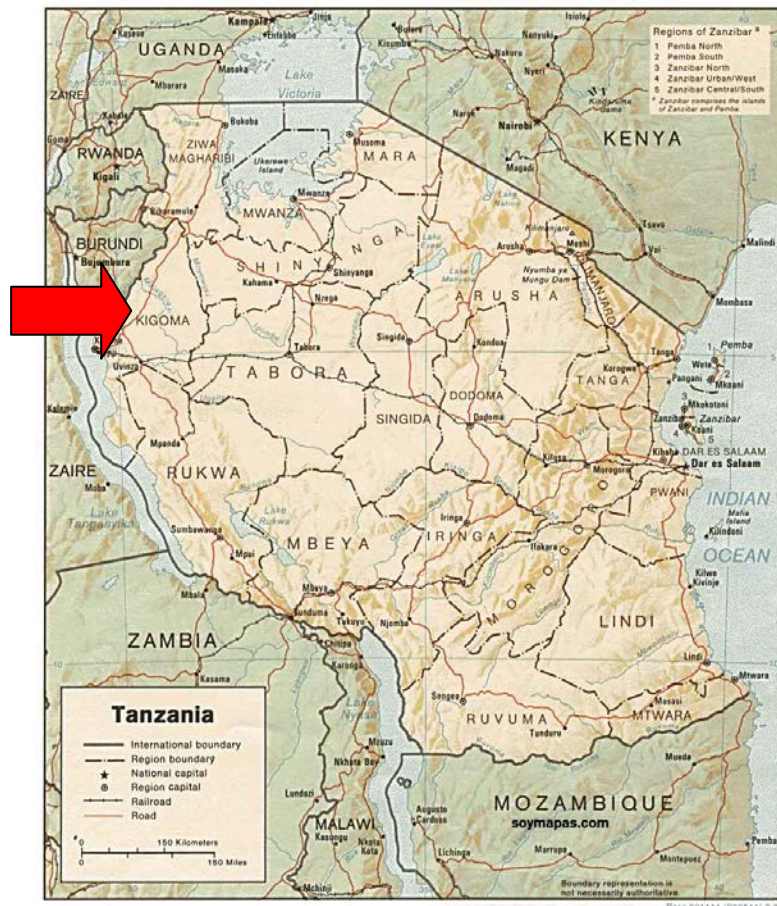


Figura 49. Mapa de Tanzania. Fuente [15]

Kigoma es una de las 26 regiones administrativas de Tanzania. Está situada al noroeste de Tanzania, dentro de la zona de los Grandes Lagos. Limita al norte con Burundi; al oeste con el lago Tanganyika, al este con las regiones de Shinyanga y Tabora, y al sur con la región de Rukwa.

La ciudad de Kigoma [20] tiene una sola calle principal con pequeñas tiendas. Esta calle acaba en una plaza en dónde se encuentra la estación de ferrocarril, el cuartel de la policía y un sector industrial que incluye el puerto, el depósito de gasolina, y una pequeña empresa eléctrica que quema gas para transformarlo en electricidad.

El área total de la región de Kigoma (37.037 km²) (fotos 50 - 56) representa el 4,2% de la superficie total del país excluyendo la isla de Zanzibar. Kigoma se encuentra a 1.100 Km. de distancia de Dar-er-Salaam. La red de carreteras que conecta Kigoma con el resto del país son muy pobres (carretera de tierra y gravilla). El tiempo que se tarda en ir a Dar-er-Salaam por carretera es de un día y medio en época seca; y en tren, tres días. También dispone de cuatro vuelos regulares. El único acceso a la mayoría de pueblos que bordean el lago es por barco. El difícil acceso a la región en general, conlleva un incremento en los precios de la mayoría de productos, disminuyendo la capacidad de adquisición de la población. Aunque no siempre fue así. Cuando Kigoma pertenecía a la África Oriental Alemana, iba a ser el centro de un imperio comercial que se extendería por el interior de África, por ese motivo fue construida la línea de ferrocarril de la Corporación de Ferrocarril de Tanzania, terminada en 1915.



Figura 50. Kigoma rural [21]



Figura 51. Mercado de Kigoma [21]



Figura 52. Puerto pesquero de Kigoma [21]



Figura 53. Calle principal de Kigoma con la estación de ferrocarril al fondo [21]



Figura 54. Liemba [22]



Figura 55. Liemba [23]

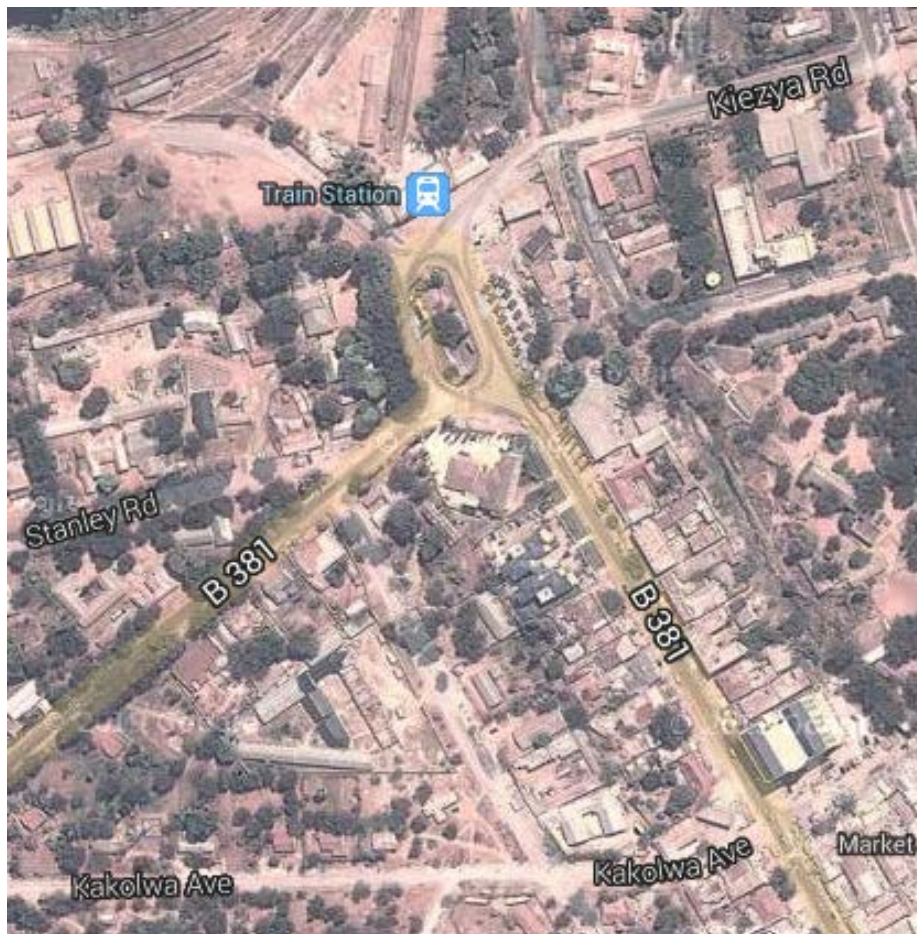


Figura 56. Kigoma. Vista Google Earth. 2014

Tiene una población de 1.979.109 habitantes, según el censo del año 2007. Como se puede ver en la tabla 1, Kigoma tiene un Índice de Desarrollo Humano bajo. Kigoma mantiene contacto comercial con Burundi, El Congo, y Zambia principalmente a través del lago Tanganyika, siendo el puerto de Kigoma es el que más trabajo tiene del lago Tanganyika, ya que es el único que tiene conexión con el ferrocarril hasta Dar-er-Salaam, en la costa del Océano Índico.

Puesto	Región	Capital	IDH	Población
Desarrollo Humano Medio				
1º	Dar es Salaam	Dar es Salaam	0,734	2.487.288
2º	Kilimanjaro	Moshi	0,603	1.376.702
3º	Mbeya	Mbeya	0,540	2.063.328
4º	Arusha	Arusha	0,539	1.288.088
5º	Iringa	Iringa	0,514	1.490.892
6º	Ruvuma	Songea	0,502	1.113.715
Desarrollo Humano Bajo				
7º	Mtwara	Mtwara	0,488	1.124.481
8º	Tabora	Tabora	0,488	1.710.465
9º	Singida	Singida	0,488	1.086.748
10º	Morogoro	Morogoro	0,463	1.753.362
11º	Pwani	Kibaha	0,449	885.017
12º	Tanga	Tanga	0,447	1.636.280
13º	Mara	Musoma	0,447	1.363.397
14º	Dodoma	Dodoma	0,425	1.692.025
15º	Kigoma	Kigoma	0,420	1.674.047
16º	Kagera	Bukoba	0,416	2.028.157
17º	Mwanza	Mwanza	0,414	2.929.644
18º	Lindi	Lindi	0,407	787.624
19º	Shinyanga	Shinyanga	0,394	2.796.630
20º	Rukwa	Sumbawanga	0,390	1.136.354

Tabla 1. Relación de regiones de Tanzania según el Índice de Desarrollo Humano [24]

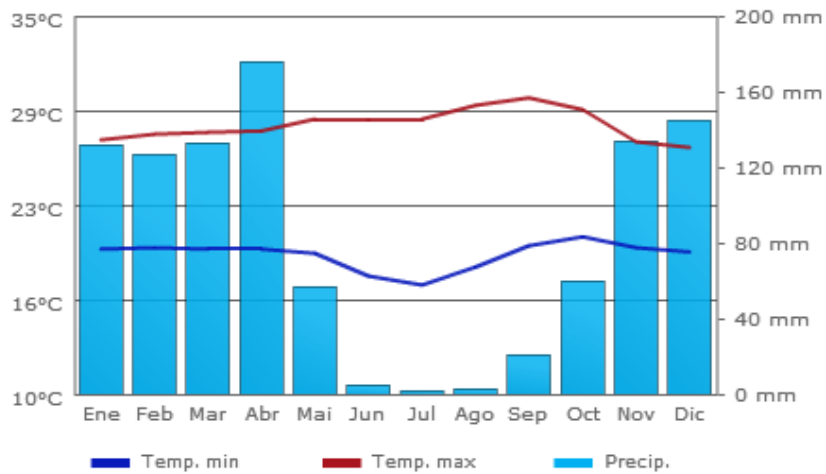
La región de Kigoma es una meseta suavemente inclinada, con abruptas colinas que ascienden bruscamente desde los 780m, a la cota del lago Tanganyika, hasta altitudes de 1.750m., al este, descendiendo desde el norte y este en forma de colinas más suaves. El lago Tanganyika es el lago más profundo de África y el que mayor volumen de agua dulce tiene. Kigoma, además tiene tres ríos principales con caudal continuo durante todo el año, el Malagarasi, el Luiche y el Ruchugi. Los dos primeros forman la principal cuenca vertiente. La zona donde los ríos desembocan en el lago, forma deltas llanos y pantanosos. El Malagarasi es el segundo río más importante de Tanzania.

La región de Kigoma está dividida en tres distritos administrativos: Kigoma, Kasulu y Kibondo. Como en otras zonas de Tanzania continental los distritos están a su vez divididos en unidades administrativas más pequeñas, como son las divisiones o *Tarafas*, distritos municipales o *katas*, y finalmente los pueblos o *kijiji*. En el caso del distrito de Kigoma, hay 7 divisiones, 31 distritos municipales, y 71 pueblos.

El distrito de Kigoma rural se halla al sur de la región. Tiene una extensión de 19.540km² terrestres y 8.094km² lacustres. La franja costera tiene una extensión de 300km. de norte a sur. El clima es tropical con una temperatura media anual entre 15C y 20C (tabla 2). La media de lluvia anual va de 600 a 1.600mm³. La humedad relativa es del 80–90% entre los meses de noviembre y abril, y del 60–70% entre mayo y octubre.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Temperatura máx. en °C	27	27	27	27	28	28
Temperatura mín. en °C	20	20	20	20	19	18
Precipitaciones en mm	132	127	133	176	57	5
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura máx. en °C	28	29	30	29	27	26
Temperatura mín. en °C	17	18	20	20	20	19
Precipitaciones en mm	2	3	21	60	134	145

Climatograma Kigoma



Clima Tanzania

Total y promedio

Temperatura máxima media:	27.8 °C
Temperatura mínima media:	19.2 °C
Temperatura media:	23.5 °C
Precipitaciones anuales:	995 mm

Tabla 2. Valores climáticos anuales de Tanzania [25]

Muy cercanos a esta zona se localizan numerosos campos de refugiados de población burundesa huida después de los conflictos bélicos ocurridos en esta área de los Grandes Lagos. Numerosas organizaciones internacionales y agencias de cooperación han volcado sus esfuerzos en la dotación de servicios básicos a estas poblaciones refugiadas, produciéndose un desequilibrio cada vez mayor entre éstas y las poblaciones tanzanas tradicionales asentadas en la costa del lago Tanganyika desde hace generaciones [26][27].

La economía de la región de Kigoma está basada en la agricultura. El 90% de la población de la región se dedica a la agricultura de subsistencia, además de otras actividades

como la pesca, la apicultura (figura 57) y la industria maderera. Únicamente el 23% de su superficie potencialmente cultivable está explotada. Se cultiva yuca (*cassava*) y la palma de aceite, bananas, judías, piña, tomates, batatas, etc. Tampoco existe ganadería a nivel comercial, principalmente debido a la extensión de la mosca tse-tse, ni pesca, por falta de medios adecuados. La industria y el comercio se desarrollan a pequeña escala.



Foto 57. Apicultores tanzanos [28]

En la región de Kigoma, aproximadamente el 70% de la población del distrito de Kigoma Rural obtiene el agua reuniéndola directamente de los ríos o del lago Tanganyika, recorriendo a pie más de 1km. por trayecto hasta el recurso existente. El 90% de estos trayectos los realizan las mujeres, que pasan muchas horas al día acarreado el agua. El consumo medio por habitante y día es tan solo de 13 litros. El 14% de la población utiliza el agua de la lluvia como único recurso hídrico. A este problema de cobertura se añade la baja calidad del agua utilizada para abastecimiento, causa de una gran parte de las afecciones que sufre la población rural.

Según el censo regional de 1988, el 93,6% de la población se dedicaba a la agricultura, mientras que el 2,6% y el 3,8% se dedicaban a la industria y a los servicios, respectivamente. Alrededor del 34% de la población estaba desempleada o era demasiado mayor para trabajar. La mayoría de los puestos de trabajo estaban dominados por los hombres, excepto en la agricultura, donde las mujeres superaban a los hombres en una proporción del 57,8% al 42,2%.

1.3.- Justificación del problema

Analizado el problema y la ubicación, se busca una solución de diseño industrial basada en la tecnología social, también denominada alternativa, baja o blanda [29], es decir, la utilización de una tecnología adecuada a las condiciones locales, de bajo costo y mantenimiento, pensada para su realización a pequeña escala, de fácil utilización por la población, respetando siempre el medioambiente.

Como se ha visto anteriormente, el problema de fondo es un problema tecnológico, la tecnología que se utiliza actualmente no es la adecuada. Al utilizar una tecnología social para el desarrollo, se pretende:

- dar una solución válida a las necesidades humanas básicas
- conocer y dar importancia a los conocimientos de la población local
- capacitar a las personas para que se apropien de la tecnología
- la sostenibilidad medioambiental

Los problemas que aparecen al implementar esta tecnología son:

- tecnológicos: la tecnología no sea la adecuada para los problema que se pretende resolver
- organizativos: el proceso de adopción de la tecnología no está realizado de forma adecuada
- personales: existe un rechazo a la nueva tecnología

Además, hay que tener en cuenta otros factores:

- climáticos: las tecnologías se desarrollan en zonas geográficas templadas o frías, mientras que se implementan en países con una climatología diferente
- sociales y culturales: la tecnología incorpora valores culturales que pueden ser ajenos a la comunidad beneficiaria
- bajo nivel de desarrollo: bajos ingresos y baja capacitación principalmente

Por último, se debería de tener en cuenta el nivel de satisfacción, la facilidad de uso y de fabricación, durabilidad ya que la solución se implementará en una zona rural, aunque se desarrollará en un laboratorio simulando las condiciones de uso y climáticas de la zona. Por tanto, debería existir una transferencia de tecnología, es decir, un espacio de aprendizaje entre desarrolladores y usuarios.

1.4.- Objetivo del Trabajo Fin de Máster

El objetivo de este Trabajo Fin de Máster es el diseño y fabricación de una válvula de apertura y cierre para un punto de agua, y sus consideraciones técnico-económicas para la aplicación de la tecnología al desarrollo.

2.- ESTADO DE LA TÉCNICA

En el siguiente apartado se realiza una exposición de los grifos y de las válvulas utilizados desde la antigüedad, explicando además, algunos de los elementos relacionados con las instalaciones de agua como las tuberías, por ser un tema relacionado con éstos.

Solo se realiza el estudio de grifos que no sean mezcladores de agua, y que tampoco presenten una tecnología complicada, ya que no tiene aplicación práctica en este proyecto.

Además, se estudian grifos y válvulas, utilizados en aplicaciones que no están relacionadas con el suministro de agua pero que son interesantes desde el punto de vista tecnológico.

2.1.- Antecedentes y productos similares

La historia de los grifos está relacionada con el desarrollo de la civilización, la salud y el placer [30]. Los primeros grifos se localizan en el Valle del Indo, Pakistan en el 2500 a. C. La civilización *Harappa* controlaba el agua mediante canalizaciones de barro, disponiendo de un sistema de cloacas y de grifos de caña.

Vitruvio [31] (s. I a. C.) en su libro VIII dedicado al agua, clasifica las tuberías en *tubulis fictilibus* y en *fistulis plumbeis*. Las primeras son tuberías o cañerías de madera o terracota, y las segundas, también llamadas fístulas, son tuberías de plomo. Las tuberías de madera consistían en pequeños troncos seccionados, con un canalillo central para que circulara el agua, unidos con mandriles metálicos. Se utilizaban con poca frecuencia en zonas boscosas y de montaña. Las tuberías de barro (terracota roja) podían trabajar en presión, pudiendo ser utilizadas en las bajantes de las casas y en lámina libre (en el canal, el líquido, no llena por completo toda la sección de la tubería). Podían tener un diámetro de entre 16 y 20cm, un espesor de la pared de 3,7cm, y una longitud de entre 50 y 70cm. Eran de uso muy frecuente y eran muy apreciadas entre los romanos, porque la materia prima era barata, la fabricación sencilla y no requerían para su mantenimiento de personal especializado. Además preservaban el sabor del agua (figura 58).



Figura 58. Tuberías de barro para presión [32] [33]

Las tuberías de plomo iban siempre a presión. Se fabricaban a partir de planchas de plomo de entre 5 y 15mm de espesor, y una longitud de 2,90m. Estas se curvaban gracias a un mandril de bronce previamente calentado, y a golpe de martillo (figura 59). Se incorporaban unas pestañas de arcilla que servían para soldar los extremos de la lámina, haciendo correr plomo líquido por las mismas (figura 60). Estas tuberías se ensamblaban a otras mediante unos manguitos cortos soldados en ambos extremos (figura 61).

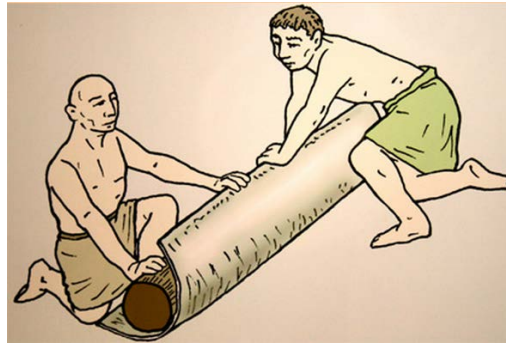


Figura 59. Trabajadores curvando una lámina de plomo para hacer una fistula [34]

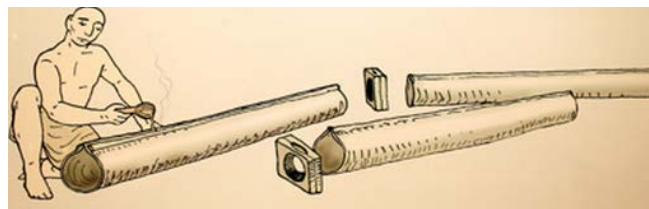


Figura 60. Trabajador sellando una fistula de plomo [34]



Figura 61. Tuberías de plomo del puente-acueducto de Caesar Augusta [34]

El grosor de las paredes de las tuberías se medía en *cuadrantes* ($1\text{cuadrante}=0,4625\text{cm}$), y dependía del caudal de agua que por ellas pasaba, utilizando las tuberías de espesor de entre 5 cuadrantes ($0,4625\text{cm} \times 5=2,3125\text{cm}$) llamados *quinaria*, hasta tubos de 15 cuadrantes ($6,9375\text{cm}$), en instalaciones pequeñas; y de 20 cuadrantes ($9,35\text{cm}$.) llamada *vicenaria*, y de 100 cuadrantes

(46,25cm) la *centenaria*, en instalaciones mayores. El trabajo con este tipo de tuberías era especializado y además no tenía aceptación entre la población ya que según Vitruvio [35]: *"El agua es más sana viniendo de tubuli que transmitida por fistulae, la razón es que el plomo la vicia por este motivo, parece que de él sale el albayalde (carbonato de plomo) que parece nocivo para la salud"*.

Se utilizaban otros materiales para realizar canales para unir los depósitos como la piedra.

El resto de elementos de la instalación de abastecimiento de agua [36], como llaves de paso, grifos, contadores, extractores de aire y caños, se fabricaban de bronce (figura 62 y 63).



Figura 62. Grifo romano de bronce [37]



Figura 63. Grifo romano sin mando

Todas las llaves de paso (figura 64) y los grifos romanos encontrados, eran del tipo válvulas de macho, formada por una parte fija o cuerpo cilíndrico o troncocónico en el que se introducía una parte móvil, cilíndrica o troncocónica perforado transversalmente para permitir el paso del agua cuando el agujero de la perforación coincidía con la tubería. A veces se instalaba un inserto que una vez golpeado con el martillo bloqueaba la salida del vástago pero permitía su giro. Era una forma de impedir extraer el vástago para defraudar agua, práctica que parece común a raíz de algunos agujeros encontrados en las tomas de la válvula.



Figura 64. Válvula de paso [33]

En diversas ciudades mediterráneas se han encontrado pequeñas válvulas de la época romana, cuyo diseño difiere muy poco, como en Rabat, Djemila, Istambul, Avarches, Augusta (dónde se han visto también válvulas de mariposa para grifos), y Nápoles donde el vástago era cilíndrico.

La composición del bronce utilizado de los grifos del Museo de Ròmul Gavarró se muestra en la tabla 3.

COMPOSICIÓN DEL MATERIAL DE LLAVES DE PASO ROMANAS	
ELEMENTO	PORCENTAJE (%)
Cobre	73.70
Plomo	18.33
Estaño	7.72
Total	99.75

Tabla 3. Materiales en las llaves de paso romanas

Aunque era un grifo rudimentario, la mayor parte de la población romana se abastecía en fuentes en las que el agua manaba sin parar, a través de caños. Hasta el siglo XVIII se utilizó de forma habitual la palabra canilla en lugar de grifo [38]. La palabra grifo procede de la palabra *griphus*: animal que se representaba en el borde del caño. Los grifos eran animales mitológicos [39], con la cabeza, patas delanteras y alas de águila, y el resto del cuerpo de león (figura 65). Sin embargo, en Francia se representaba un carnero de ahí que para designar grifo se utilice la palabra *robinet*, que procede de *robin*, carnero; y en alemán *hahn*, que deriva de una palabra que significa gallo.



Figura 65. Aguamanil con forma de grifo. Nürnberg (Alemania)



Figura 66. Grifo de bronce de la Edad Media

El sistema de grifo descrito anteriormente se usó ampliamente durante toda la Edad Media (figura 66). Tampoco durante esta época se hicieron grandes avances en el diseño de las válvulas.

A partir del s. XVI y XVII su uso pasa a ser habitual, en principio asociado a la tonelería (figura 67) y después a las frascas de perfumería. Pero es a finales del s. XVIII y principios del s. XX, cuando su uso se populariza para controlar el agua corriente en las casas, en su versión de metal.



Figura 67. Grifo de madera y corcho utilizado en tonelería s. XX [40]

La historia moderna de la industria de la válvula empieza de forma paralela a la Revolución Industrial. En 1705 se usaron válvulas más elaboradas en la máquina de vapor de Newcomen.

Los primeros grifos utilizados eran delicados y presentaban fugas de agua debidas al desgaste de las partes móviles.

En 1862 Fuller patenta un grifo [41] como una solución al desgaste que se producía en las piezas móviles de otros grifos de su época, que bajo su punto de vista, era la causa de que se produjeran fugas de agua. La mejora consiste en la introducción de un tubo interior elástico, y su funcionamiento sería básicamente similar a las válvulas de membrana actuales (figura 68). Al girar el eje E, que tiene rosca interior; rosca en el eje I, que tiene rosca exterior. El roscado produce el desplazamiento del émbolo que presiona el tubo elástico, regulando de esta manera el flujo del agua. El cuerpo del grifo estaba formado por dos piezas metálicas de fundición, que fijan la membrana mediante un roscado.

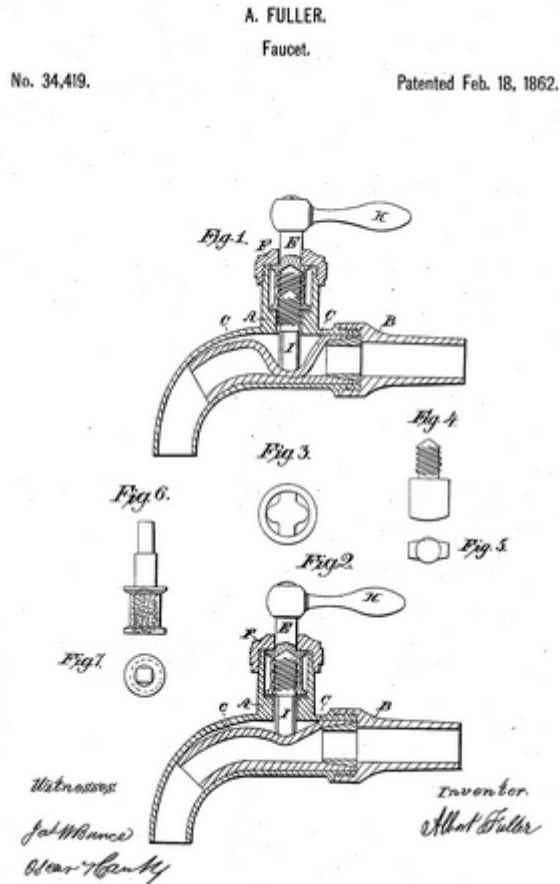


Figura 68. Grifo de Fuller. 1862

En 1880 el inglés Thomas Gryll perfeccionó el diseño del grifo introduciendo la rosca, que controla la posición del asiento de la válvula, permitiendo la apertura y el cierre. Al girar la rosca, esta presiona una arandela de goma que impide que fluya el agua (figura 69). Este diseño sigue vigente en la actualidad.



Figura 69. Grifo de Thomas Gryll

En 1870 F. Manz, patentó la llave de paso usada en los barriles de cerveza [43] (figura 70).

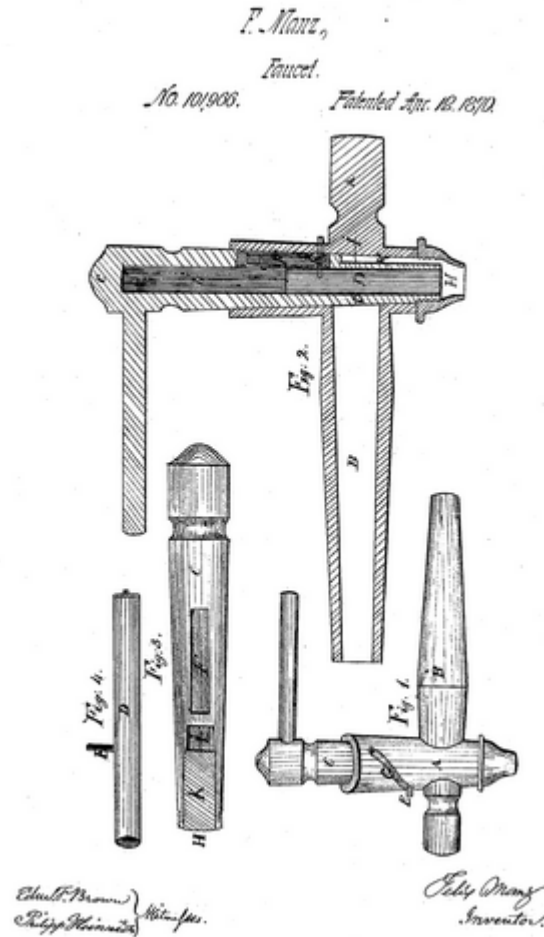
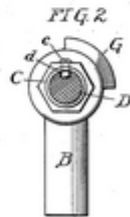
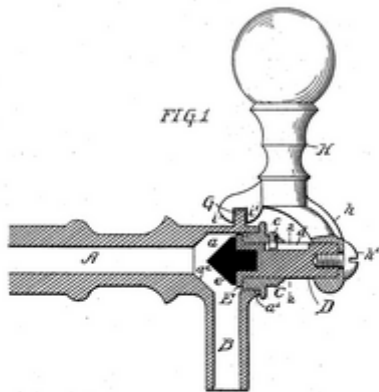


Figura 70. Patente presentada por F. Manz en 1870

Este grifo presenta un asiento de válvula (A), perforado, que se introduce en el barril. El cuerpo de válvula (C), está perforado. En su interior se introduce un eje (D) unido al asiento de válvula mediante un pequeño eje. El eje se mueve con el movimiento del cuerpo de válvula (aunque no está solidariamente unido a él), a lo largo de una ranura. La posición del cuerpo de válvula permite la salida de la cerveza y la posición del eje regula la cremosidad de la misma.

En 1895 H. D. Boyer y F. A. Philippi presentan la patente de un grifo [44]. El cierre del grifo se produce al girar la empuñadura sobre un saliente helicoidal o hilo de rosca, y transformarse este movimiento, en movimiento de translación (sin giro) del cuerpo de la válvula sobre el asiento. El corte del flujo de agua se efectúa mediante una pieza de caucho, fibra vulcanizada, o de otro material, al situarse sobre el asiento cónico de la válvula. Existen dos versiones del grifo. Una con muelle y otra sin él (figura 71). La versión con muelle asegura un cerrado del grifo al presionar sobre la salida de agua.

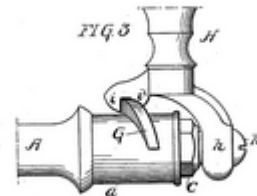
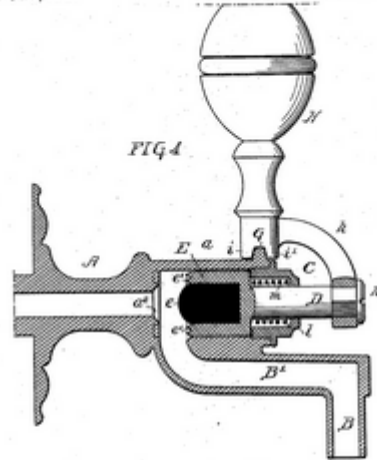
(No Model.) 2 Sheets—Sheet 1.
 H. D. BOYER & F. A. PHILLIPPI.
 FAUCET.
 No. 540,481. Patented June 4, 1895.



Witness:
Joe Santos
J. Henderson

Inventors:
 Harrison D. Boyer &
 Frank A. Phillippi
 by their attorney,
 James Pitt.

(No Model.) 2 Sheets—Sheet 2.
 H. D. BOYER & F. A. PHILLIPPI.
 FAUCET.
 No. 540,481. Patented June 4, 1895.



Witness:
Joe Santos
J. Henderson

Inventors:
 Harrison D. Boyer &
 Frank A. Phillippi,
 by their attorney,
 James Pitt.

Figura 71. Patente de grifo presentada por H. D. Boyer y F. A. Philippi en 1895

Con posterioridad se utilizó esta junta de caucho en otros diseños. En la figura 72 se muestra una patente publicada en 1896 [45] por A. S. Hill, un año más tarde. Se observa que el grifo, es parecido al grifo de Gryll, el cuerpo de la válvula es extraíble, y está roscado la cámara de la misma, lo que permite un desplazamiento del cuerpo hacia el asiento de la válvula. En el asiento de la válvula se observa la pieza de caucho vista con anterioridad.

A. S. HILLS.
COMPRESSION FAUCET AND VALVE.
No. 568,405. Patented Sept. 29, 1896.

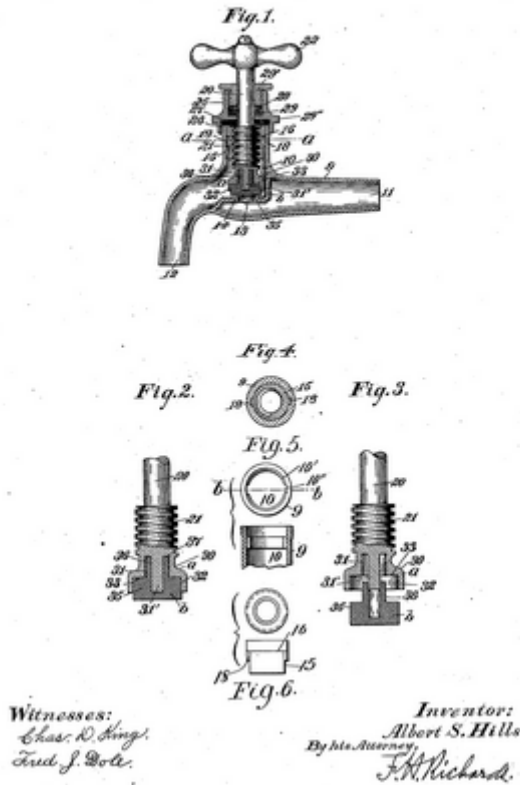


Figura 72. Patente de grifo presentada en 1896 por A. S. Hills

De la válvula de bola (figura 73), también existe su versión en grifo.



Figura 73. Válvula de bola [42]

En la actualidad debido a la preocupación existente por consumo y coste del agua, se están desarrollando y aplicando con más frecuencia en el saneamiento, en fuentes y servicios públicos, los grifos de cierre automático o fluxores (figuras 74 y 75); versión en grifo de la válvula de cierre automático o válvula de flotador (figura 76).

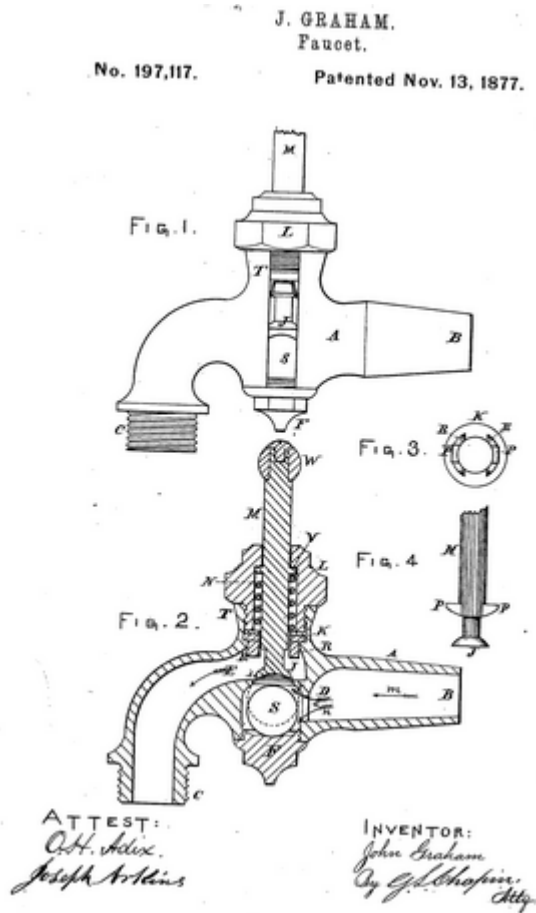


Figura 74. Patente de grifo presentada por J. Graham en 1877

En la figura 74 se muestra un grifo con un cierre automático. El cierre automático se produce por la presión del agua [46]. La presión ejercida con la mano, sobre el émbolo, permite el paso del agua. Cuando se deja de ejercer presión se corta el flujo de agua. Para obtener un flujo continuo de agua, girar el émbolo un cuarto de vuelta para situar los dientes P-P bajo las levas R – R.

En la figura 75 el cierre automático se produce por a la acción del muelle [47]. Al presionar el vástago de la válvula, el agua sube a la cámara superior a través del mismo, ya que este, está perforado.

En la figura 76 se muestra una válvula de flotador presentada en 1878 [48], en la que la posición del flotador controla la válvula y por tanto la entrada de agua.

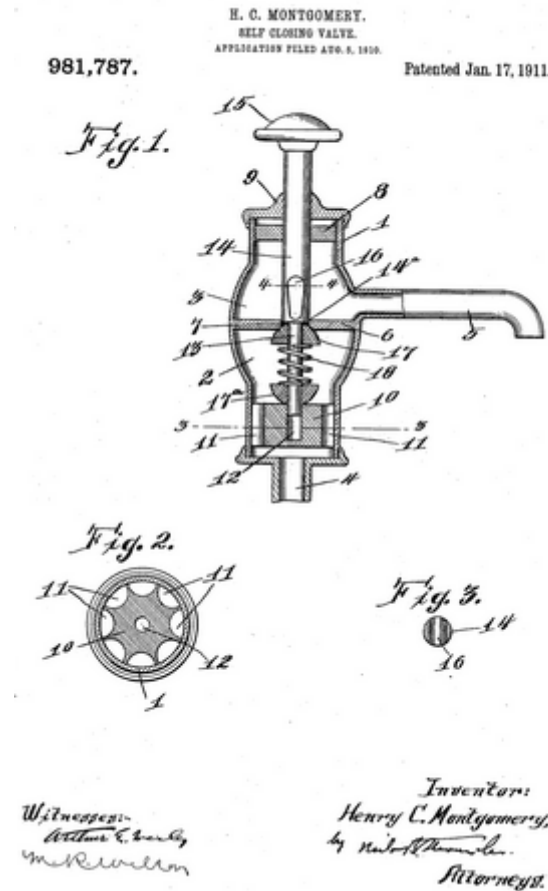


Figura 75. Válvula de cierre automático. Patente presentada por Henry T. Montgomery en 1910

En 1911 presenta una patente O. H. Jones (figura 77). Consiste en una válvula controlada por un flotador. La válvula está cerrada e impide el paso del agua, la posición elevada del flotador. Cuando el flotador desciende, la posición de la válvula permite el paso del agua [49].

Otro diseño de válvula de 1869, utilizada en los retretes se muestra en la figura 78. El flujo de agua es controlado por la presión ejercida sobre el pistón de la válvula [50]. El pistón de la válvula, está en contacto con una pelota de goma. En condiciones normales, la pelota está en contacto con el elemento cónico y presiona a éste sobre el asiento de la válvula, cerrando el flujo de agua. Al ejercer presión sobre el pistón, se deja de hacer presión sobre el asiento de la válvula, se deforma la pelota, y ésta permite el paso del agua. El pistón vuelve a su posición inicial por la acción de un resorte en espiral, no representado. La válvula está formada por dos piezas para permitir el montaje de la pelota.

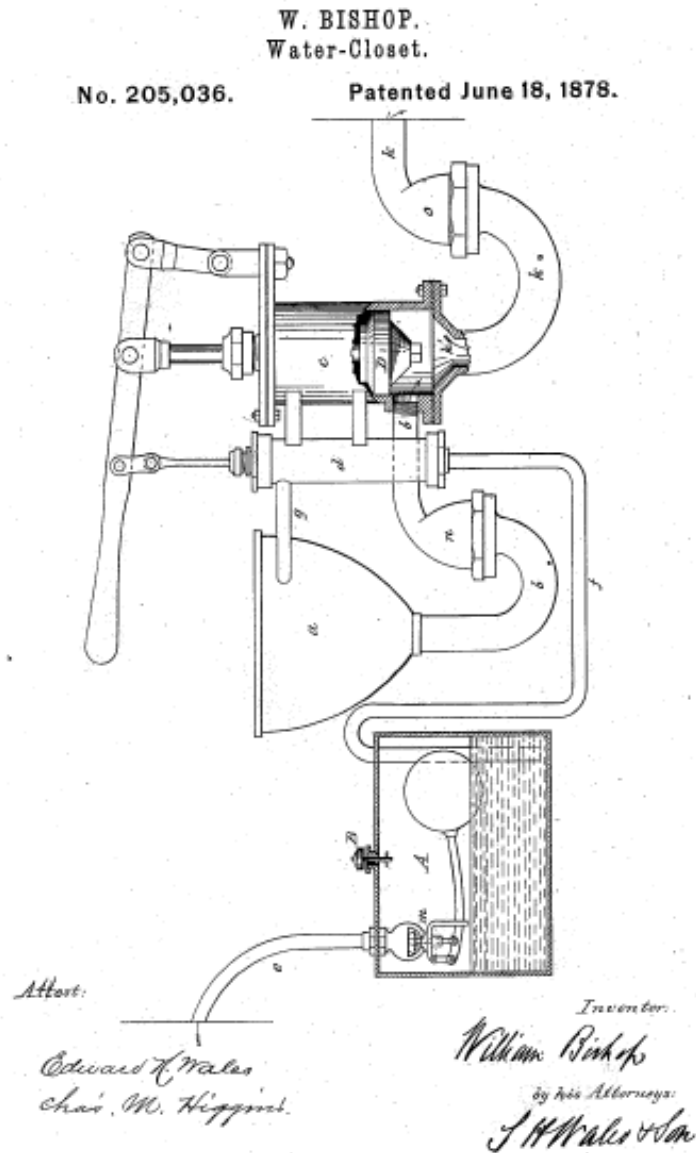


Figura 76. Válvula de flotador utilizada en WC. Patente presentada por W. Bishop 1878

O. H. JONES.
BALL COCK.
APPLICATION FILED FEBRU 14, 1910. Patented Jan. 10, 1911.
981,570.

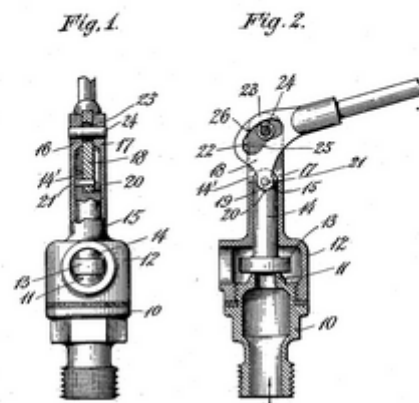


Figura 77. Válvula. Patente presentada por O. H. Jones 1911

J.N. Deck,
Water Closet Valve.
No. 98,153. Patented Dec. 21, 1869.

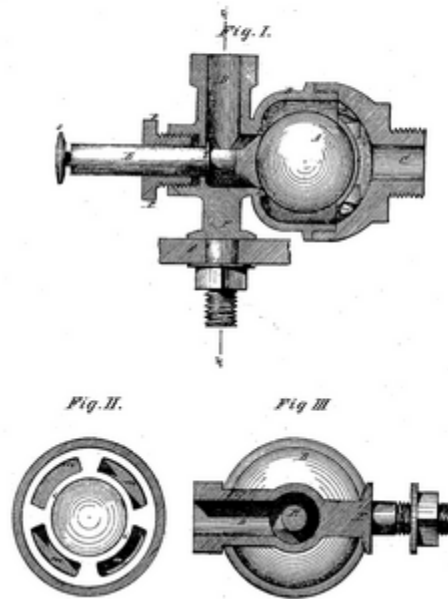


Figura 78. Válvula utilizada en los retretes. J.N. Deck 1869

A continuación se muestran válvulas que controlan el flujo de un líquido o gas, y cuyo objetivo es pulverizar un líquido a presión. Los elementos básicos que se encuentran en este tipo de válvulas son: un obturador que puede ser esférico o cilíndrico, y muelles, pero puede que éste no sea necesario y sea suplantada su función, por la propia presión del fluido. En la figura 79 se muestra una válvula de 1948 para aerosoles insecticidas [51]. Los obturadores esféricos son pelotas de goma deformables. La pelota superior impide con su deformación la salida del flujo hacia el exterior por la tapa. Además transmite la presión de la tapa al émbolo. Éste transmite la presión a un eje y a su vez deforma otra pelota de goma, permitiendo la salida del fluido. En estado de reposo el fluido no sale debido al cierre producido por la deformación de la pelota presionada por un muelle espiral.

En la cabeza de los sifones para botellas de soda patente de 1902 (figura 80), se muestra otra aplicación basada en el mismo principio [52].

Oct. 26, 1948.

S. T. WILLIAMS
VALVE FOR INSECTICIDE SPRAYS
Filed Aug. 5, 1944

2,452,215

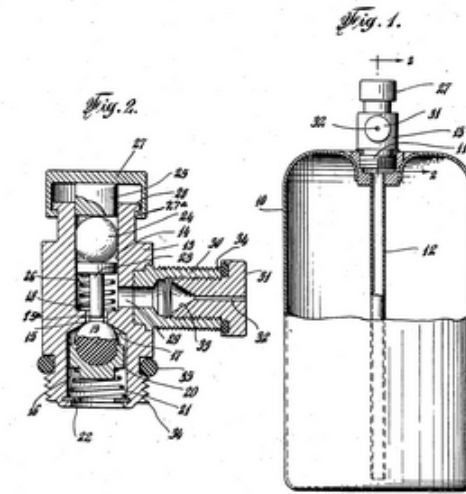


Figura 79. Válvula para aerosoles insecticidas. S. T. Williams

No. 710,674.

Patented Oct. 7, 1902.

J. V. FASSMANN.
SIPHON HEAD FOR SODA WATER BOTTLES OR THE LIKE.
(Application filed Aug. 9, 1901.)

(No Model.)

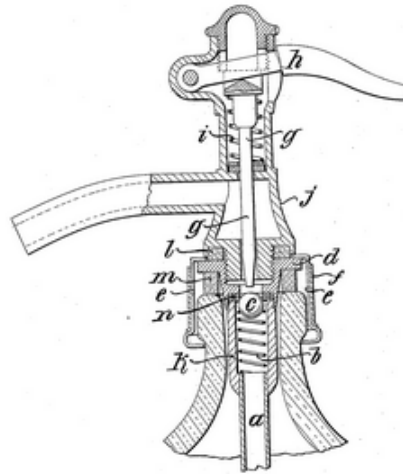


Figura 80. Cabeza de sifón para botellas de agua de soda o similares. J. V. Fassmann 1902

Con el mismo principio se desarrollaron dispensadores de líquidos como el de la figura 81, patente de A. E. Holmes de 1921 [53]. El líquido sale del recipiente al presionar el vástago de salida, por los laterales del vástago, y dosificado debido a la existencia de dos válvulas que mientras una está cerrada, la otra está abierta, como causa de la presión que ejerce un muelle espiral.

May 8, 1923.

A. E. HOLMES
LIQUID DISPENSER
Filed Sept. 3, 1921

1,454,284

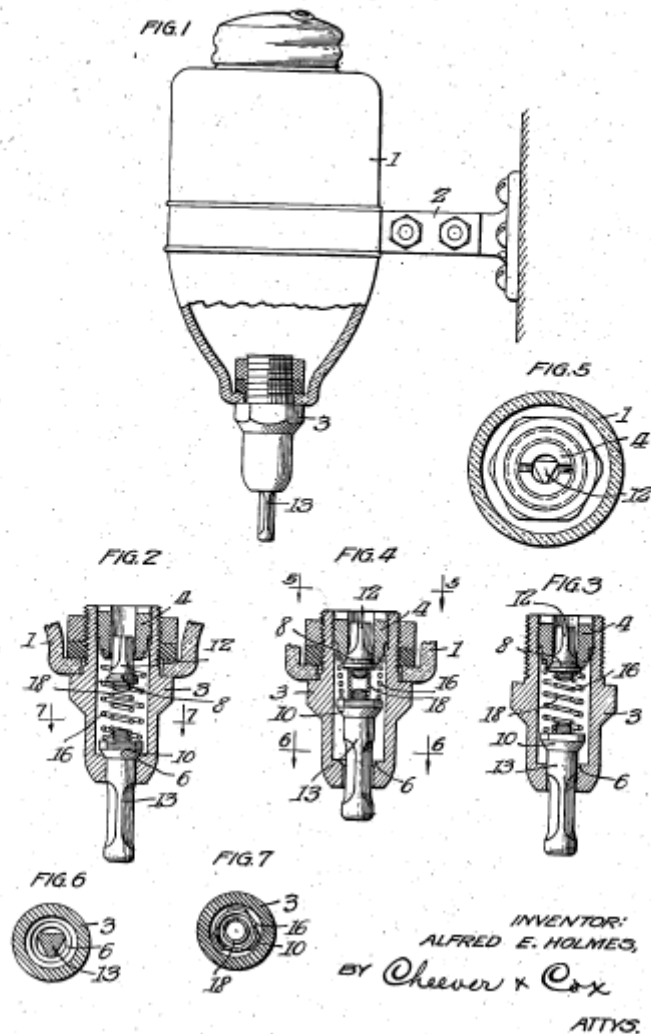


Figura 81. Dispensador de líquidos. Patente de A. E. Holmes 1925

El funcionamiento del dispensador de la figura 82, patente de T. M Jones de 1931 [54], tiene dos válvulas. Una de ellas tiene doble asiento cónico que cierra y dosifica el líquido, y a su vez manipula mediante un vástago la posición de la otra válvula esférica que cierra el flujo del líquido. Este vástago además limpia la válvula esférica. El émbolo de control permite que el fluido salga y que entre aire de sustitución. En el asiento de la esfera hay una junta. Los dedos (30 y 32) permiten que se produzca el correcto asiento cónico. El dispensador es desmontable para su fácil limpieza siendo las uniones roscadas.

July 4, 1933.

T. M. JONES
DISPENSING DEVICE
Filed July 30, 1931

1,916,513

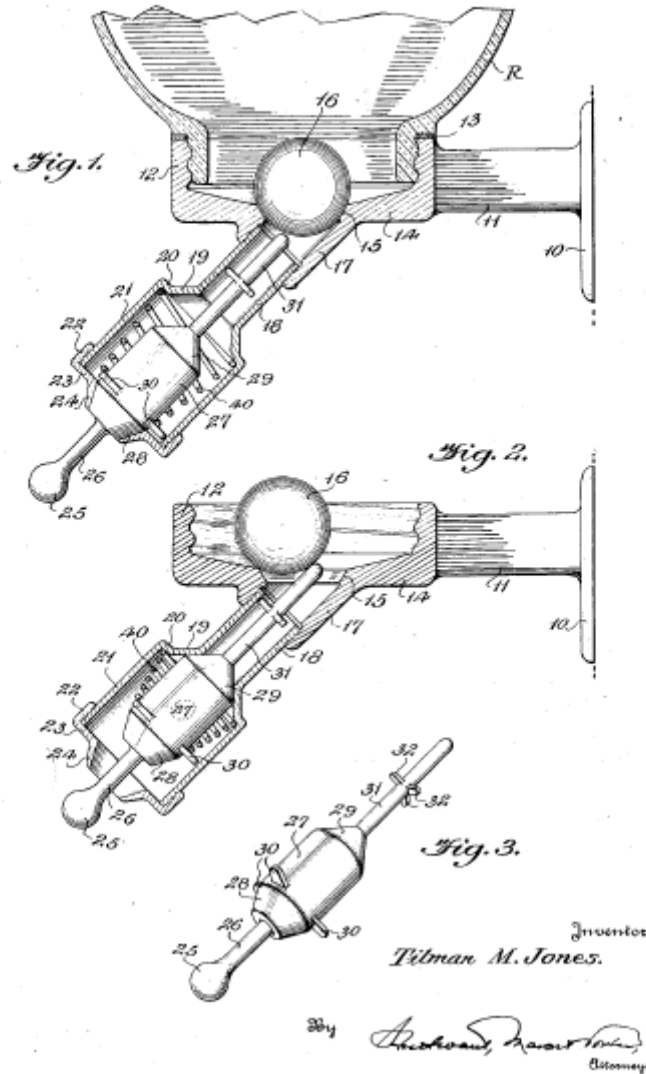


Figura 82. Dispensador de líquidos. T. M. Jones. 1931

El principio de funcionamiento descrito anteriormente es el mismo que el utilizado en los bebederos de los animales [55] como se muestra en la figura 83.

Aug. 2, 1966

KAZUO NAKAJIMA ET AL
POULTRY ACTUATED WATERING DEVICE

3,263,652

Filed Nov 30, 1964

2 Sheets-Sheet 1

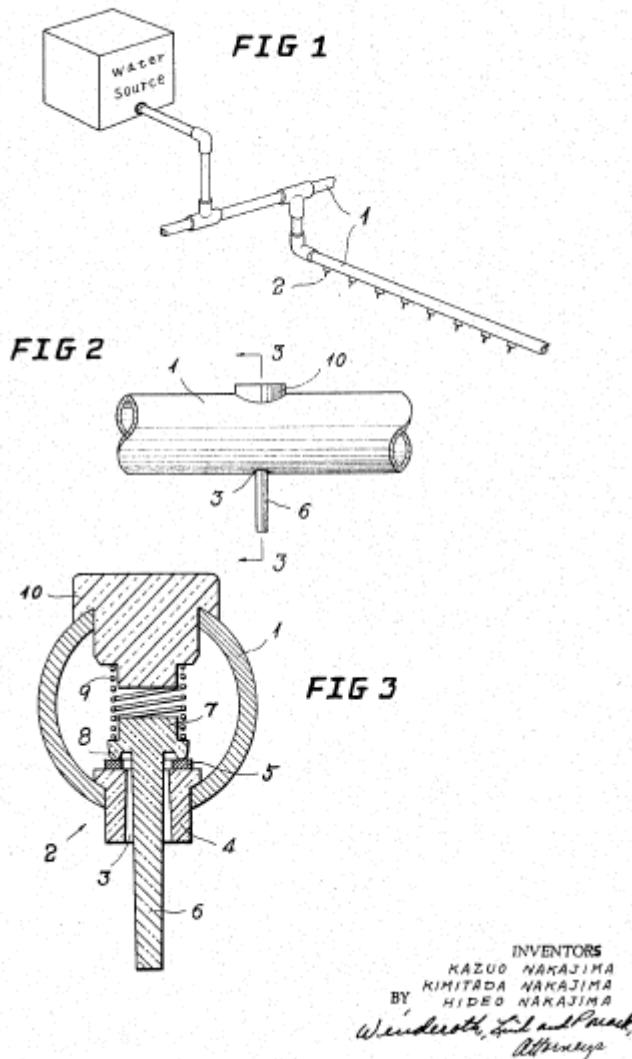


Figura 83. Bebedero de animales. Kazuo Nakajima Etal1964

También se pueden encontrar bebederos basados en las válvulas de diafragma [56] como el de la figura 84.

El bebedero de la figura 85 presenta dos válvulas de bola dispuestas una sobre otra, accionadas por un empujador [57]. La presencia de estas válvulas tienen como finalidad que el animal no contamine el agua del depósito. La presión de trabajo del agua es baja, de unos 20 a 30 cm.

En el Anexo 2 se muestra una serie de fotografías de grifos de diferentes épocas; desde el siglo I hasta nuestros días.

PATENTED DEC 29 1970

3,550,560

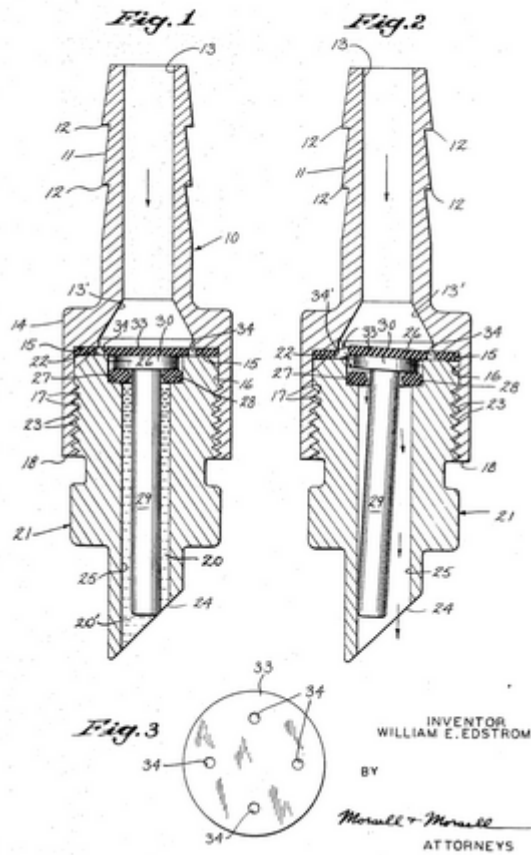


Figura 84. Bebedero de animales. W. Edstrom 1970

PATENTED JUN 13 1972

3,669,077

SHEET 1 OF 2

PATENTED JUN 13 1972

3,669,077

SHEET 2 OF 2

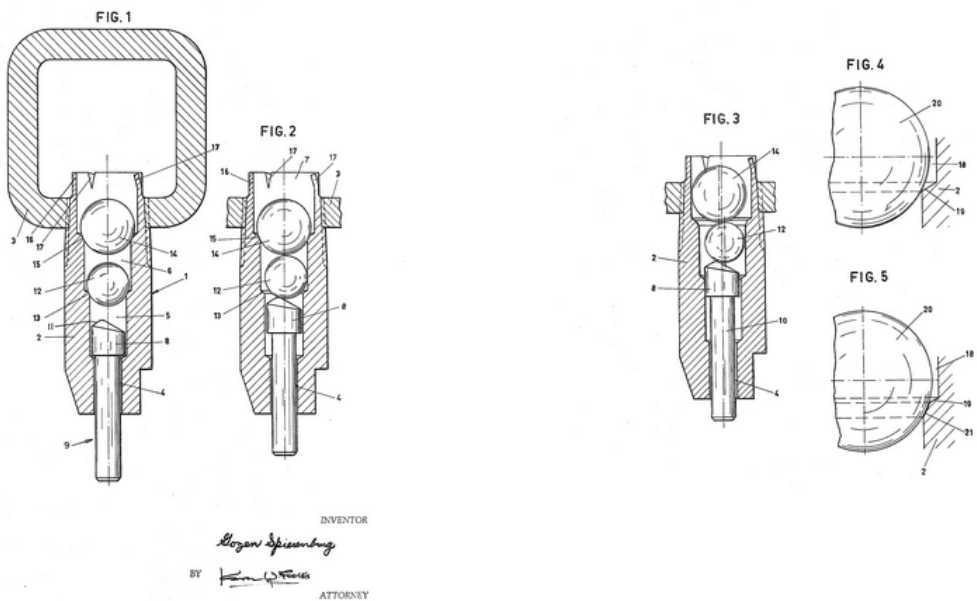


Figura 85. Bebedero para aves de corral. Spierenburg Gozen 1972

2.2.- Análisis crítico de soluciones encontradas más adecuadas

En el punto anterior se ha hecho un estudio de los grifos y de las válvulas; de funcionamiento sencillo, fácil de entender, de fabricar y de mantener, siendo esta línea de pensamiento la más apropiada para aplicarla a entornos de bajo desarrollo, objeto de este proyecto. A continuación se realiza un estudio de los grifos y de las válvulas, expuestas en el punto 2.1., indicando las ventajas y los inconvenientes de cada uno de ellos.

En el grifo de madera y corcho utilizado en tonelería (figura 67), resulta interesante destacar los materiales utilizados: la madera y el corcho; ya que son materiales baratos, accesibles y de bajo coste. La fabricación del grifo es artesanal, y presenta un mantenimiento sencillo y económico; debido al bajo número de piezas y la sencillez de formas. Respecto a su diseño cabe destacar la parte del grifo en la que se une al tonel, que es cónica y presenta ranuras, para que la junta tenga mayor superficie de contacto y por tanto, la posibilidad de la existencia de fugas disminuya. Presenta restricciones de diseño en la presión de trabajo; ya que en tonelería ésta es pequeña. Su uso es fácil e intuitivo.

El grifo de Fuller (figura 68) trabaja básicamente con la presión ejercida sobre una membrana. El estrangulamiento de ésta, se produce por un vástago que al desenroscarse de un eje roscado interiormente, que gira sin desplazamiento ayudado por la manija, se desplaza ortogonalmente a la membrana, cortando el flujo de agua. Se podría prescindir del cuerpo del grifo y del vástago; produciendo mediante el doblado de la membrana, el estrangulamiento de la misma, como en la actualidad se realiza, en caso de emergencia, con las mangueras. Presenta como inconveniente la rotura de la membrana con el uso, por tanto, es un grifo con alto mantenimiento. Respecto a su diseño cabe destacar, como en el grifo anterior, la parte del grifo que permite la unión al resto de la instalación que es cónica. Su uso es fácil e intuitivo.

El grifo de Thomas Gryll (figura 69) tiene el inconveniente de que tiene muchas piezas móviles, juntas, elementos roscados, etc. No es fácil de reparar, y requiere de mantenimiento. Su fabricación en entornos de bajo desarrollo es difícil. En la actualidad es un grifo muy utilizado sobre todo como grifos de uso exterior, y además se fabrican en materiales no metálicos (plástico).

En el grifo de F. Manz (figura 70) utilizado en barriles de cerveza, cabe destacar desde el punto de vista del diseño, la unión cónica entre el grifo y el barril (como en los casos anteriores). Se observa una conicidad elevada para que el efecto cuña sea mayor. Resulta interesante la unión entre el eje y el asiento de la válvula, que se efectúa mediante un pequeño eje, que se mueve en una ranura helicoidal (se supone), simulando un roscado. Además de controlar la posición del eje, como ya se ha explicado en el punto anterior, sirve para fijar el cuerpo de la válvula. No tiene un número elevado de piezas y tampoco juntas. El funcionamiento es sencillo e intuitivo. En la patente no indica los materiales.

Sin embargo, en el grifo de H. D. Boyer y de F. A. Phillippi (figura 71), desde el punto de vista funcional, se observa el movimiento de la manija sobre el cuerpo de la válvula de forma similar al grifo de Manz, transformando un movimiento de rotación un otro de traslación. Es

un diseño que presenta muchas piezas, elementos roscados, y formas concretas que no son fáciles de fabricar, aunque su utilización y uso es intuitivo.

El grifo de A. S. Hills (figura 72) presenta los mismos inconvenientes que el de T. Gryll, muchas piezas, mecanizados, juntas, etc. por tanto no es aplicable a entornos de bajo desarrollo.

Los grifos de bola (figura 17), que en ocasiones son demandados en evaluaciones técnicas de proyectos de abastecimiento de agua en cooperación [9], presentan un mantenimiento muy bajo porque prácticamente no se rompen y son muy resistentes al uso, pero en el supuesto de que se rompan, en condiciones precarias, son imposibles de arreglar.

El grifo de J. Graham (figura 74), aunque tiene muchas piezas entre ellas un muelle, es difícil de fabricar y tiene un mantenimiento complicado en entornos de bajo desarrollo. Sin embargo, presenta como ventaja de que en condiciones adversas, es decir, cuando el vástago está estropeado; está cerrado el flujo de agua. Es un diseño ergonómico, ya que para evitar lesiones en la palma de la mano con el extremo del émbolo, se ha incorporado una pieza esférica (o pieza de extremos redondeados).

El cierre automático se produce también en la válvula utilizada en los retretes de J. N. Deck (figura 78) y en los grifos utilizados en los envases a presión (figuras 79 y 80). En la válvula de Deck también presenta un accionamiento ergonómico, ya que está redondeado. En este tipo de válvulas conviene que se instalen en la pared para que al accionarlas ayude el cuerpo a realizar la presión. En los envases a presión se tendría que tener en cuenta la fuerza necesaria para poder accionar el muelle, el tamaño del envase y el peso del mismo lleno. En el sifón, el accionamiento se realiza sobre una palanca, con la base del dedo pulgar. Al igual que en los casos anteriores, se tiene que tener en cuenta la fuerza necesaria para poder accionar los muelles.

En la válvula de cierre automático de la figura 75, a pesar de ser un diseño original en su funcionamiento, presenta múltiples piezas y juntas; y posiblemente fuese difícil de reparar y de mantener.

En el dispensador de líquidos de la figura 81, es en el vástago, donde se sitúa el asiento de la válvula; y es la geometría del mismo vástago lo que permite que salga el líquido. La presión a superar debe ser baja ya que se acciona con la palma de la mano. También hay que tener en cuenta el tamaño del vástago, si éste hay que accionarlo con cierta asiduidad.

La originalidad del dispensador de la figura 82, se encuentra en que se dosifica el fluido mediante asientos de válvulas situados en las posiciones extremas del vástago. Además, en posición de reposo, el cierre es doble, realizándose el mismo, mediante dos válvulas.

La técnica utilizada en los bebederos de los animales es similar a la estudiada anteriormente. En la posición de reposo, la válvula está cerrada. Puede cerrarse mediante la

presión de un muelle (figura 83), mediante la presión ejercida por una membrana (figura 84), o mediante la posición de esferas que actúan como válvulas (figura 85).

3.- PROPUESTA DE DISEÑO CONCEPTUAL

3.1.- Principios de diseño

3.1.1.- Normativa aplicable

Ante el desconocimiento de la existencia de normas de diseño en el país de aplicación del producto, Tanzania, se aplican en este proyecto las siguientes normas españolas como referencia para establecer las especificaciones de diseño de dicho producto:

- UNE-EN 1717:2001 (EN 1717:2000) "Protección contra la contaminación del agua potable en las instalaciones de agua y requisitos generales de los dispositivos para evitar la contaminación por refluo" [58],
- UNE 19703:2003 "Grifería sanitaria. Especificaciones técnicas" [59],

Desde la normativa anterior, la válvula a diseñar debe tener en cuenta las siguientes especificaciones:

- a.- Debe tener una protección sobre toda fuente de contaminación exterior para que ningún contaminante pueda entrar en la instalación.
- b.- El material de la válvula debe ser compatible con la válvula y con todas las sustancias que pueden estar en contacto con la misma. Si es necesario, el material debe protegerse con algún revestimiento.
- c.- No debe producirse estancamiento del agua ya que puede haber una proliferación de bacterias. El estancamiento puede deteriorar el material de la válvula. Conviene mantener siempre limpia la válvula y cambiarla en caso de deterioro.
- d.- La válvula debe ser de fácil acceso y estar instalada en un entorno aireado protegido contra una temperatura excesiva.
- e.- El cierre de la válvula se produce de forma natural por la presión ejercida por el agua de la instalación para evitar el vaciado del depósito y/o la pérdida de presión del sistema de abastecimiento.
- f.- Las dimensiones del dispositivo se deben corresponder a las dimensiones del sistema al que está conectado, es decir, las dimensiones de la válvula estarán limitadas a las de la tubería a la que debe conectarse (3/4" ó 1/2").
- g.- El punto de agua deberá tener una llave de paso que permita el mantenimiento y cambio de la válvula.
- h.- La válvula no debe presentar aristas vivas.

- i.- Estanqueidad. Deben utilizarse juntas con holguras adecuadas.
- j.- El orificio del caño no debe permitir el remonte del agua sobre las partes exteriores de la válvula.
- k.- En el montaje de la válvula a la tubería deben utilizarse juntas apropiadas para asegurar que no haya pérdidas de agua.
- l.- El material de fabricación no debe presentar ningún peligro para la salud pública. No debe alterar las propiedades del agua: olor, color, calidad, aspecto y gusto.
- m.- El material no debe sufrir alteraciones que afecte al funcionamiento del grifo.
- n.- El material debe ser resistente a la presión de trabajo.
- o.- Se diseñará según caudal necesario.
- p.- Tener en cuenta la dispersión del chorro ya que es importante para el llenado de los cubos y la ubicación de los mismos.

Además, se calculará el número de válvulas a instalar para cumplir la National Water Policy de la República de Tanzania [60], que fija el número de usuarios (250 personas) y los litros per cápita (25litros/persona/día), por cada punto de agua.

3.1.2.- Diseñar para la usabilidad

Es muy importante la participación del usuario en el diseño del producto, sobre todo en las primeras etapas del diseño, ya que son los usuarios los que mejor conocen sus necesidades y es posible que conozcan o tengan ideas, de como paliarlas, dando soluciones sencillas que por otra parte pueden implicar una reducción del mantenimiento o conservación del producto.

Ante la imposibilidad de medir la usabilidad de la válvula con usuarios reales, se medirá ésta eligiendo un método de evaluación sin usuarios. El método que se utilizará es del grupo de los denominados heurísticos, ya que trata de indagar y de descubrir las fallas del sistema y el nivel de satisfacción del usuario con el producto; utilizado en las fases iniciales de diseño, permitiendo hacer la evaluación a partir de un prototipo y buscar aquellos puntos que pueden ser mejorados. Los evaluadores actúan imitando las reacciones que tendría un usuario al interactuar con el sistema en este caso con la válvula. Dentro de los métodos heurísticos, se utilizarán [61] los principios para el diseño de sistemas centrados en el usuario de Deborah Mayhew:

- a.- Compatibilidad de usuario, de producto, de tareas y de procesos: facilidad de uso, y en este caso de fabricación.

- b.- Consistencia y robustez. Es importante que no sea sensible a los errores de utilización.
- c.- Familiaridad. Similitud con sistemas conocidos y fáciles de utilizar.
- d.- Simplicidad. Simplicidad para que sea más fácil utilizarlo.
- e.- Manipulación directa. El usuario debe poder manipular de forma directa los elementos del sistema.
- f.- Control. El usuario debe tener en todo momento el control del sistema.
- g.- Flexibilidad. El sistema debe ser flexible para poder adaptarse a distintos tipos de usuarios.
- h.- Sensibilidad y retroalimentación. El sistema debe interactuar con el usuario.
- i.- Tecnología invisible. Cualquier tipo de tecnología utilizada en el sistema debe ser invisible para el usuario, sin tener una relación directa la complejidad de la misma con el manejo.
- j.- Protección. Los elementos del sistema deben estar a salvo de intrusos.
- k.- Facilidad de aprendizaje y facilidad de uso. El usuario debe poder utilizar el sistema fácilmente.

3.1.3.- Diseñar para la fabricación

El proceso de fabricación de la válvula de apertura y cierre, dado el desarrollo tecnológico de la zona donde se va a implementar, deberá ser, en principio, un proceso artesanal con el fin de que sean las comunidades las que den respuesta a sus propias necesidades relativas, en este caso, al mantenimiento o sustitución de la válvula. Por otra parte, que el proceso de fabricación sea artesanal, conlleva otras ventajas sociales, y es que se refuerza el empoderamiento de las comunidades sobre la instalación de abastecimiento de agua, al sentir la válvula como un elemento de su propiedad; y además, con los conocimientos y las habilidades adquiridos, se crearía un germen de tecnológico, base de un verdadero desarrollo.

Para realizar el proceso de fabricación deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- a.- Materiales que no estén disponibles fácilmente en su entorno.
- b.- Elementos estandarizados (elementos de unión y juntas comerciales).
- c.- Productos industriales (adhesivos).

d.- Tratamientos superficiales como productos protectores del material, industriales.

Además en el diseño se tendrán que considerar los siguientes aspectos generales:

- a.- El número de piezas del conjunto será el mínimo posible, para reducir las operaciones de trabajo y la fiabilidad del grifo.
- b.- Sustituir las uniones desmontables por ajustes a presión.
- c.- Desmontaje sencillo para facilitar el mantenimiento o la reparación.
- d.- Reducir la variedad de las herramientas.
- e.- Especificar en los planos el mayor número de datos técnicos y gráficos (cotas, materiales, etc.), necesarios para la fabricación.

3.2.- Propuestas formales y evaluación de alternativas

3.2.1.- Descripción y justificación de las metodologías empleadas

Conocido el problema a resolver, y con el objetivo de dar una solución real al mismo, se comienza el diseño con un pequeño estudio etnográfico. Del viaje a Kigoma y de la visita a los puntos de agua, se verifica en los mismos la falla del grifo. Tras observación del entorno rural, el diseño (figura 86) y el uso del punto de agua; se entrevista al técnico encargado del mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento de agua (*fundi*) y a los representantes de la comunidad, sobre la actuación futura ante la rotura del grifo sin posible sustitución del mismo y ante la necesidad de agua, siendo su respuesta unánime, la de colocar un tapón.

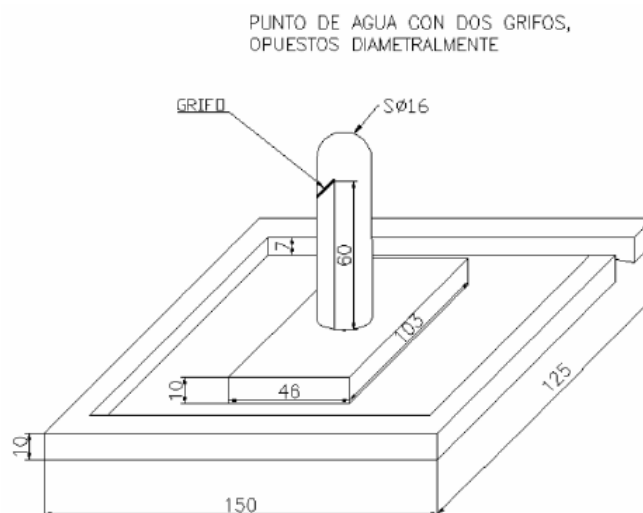


Figura 86. Dibujo de un punto de agua de Kigoma

Examinados los grifos y las válvulas en el apartado 2.2., estudiadas las patentes y teniendo en cuenta las restricciones del apartado anterior, se presentan en el siguiente apartado los bocetos desarrollados.

3.2.2.- Bocetos

Basándose en la consulta a los usuarios, y en los aspectos indicados anteriormente, se presentan a estudio las siguientes propuestas. Todas las propuestas tienen en común, que para que fluya el agua se tiene que aplicar una fuerza de forma continuada sobre el órgano de maniobra; el cierre es automático y se produce por la propia presión del agua de la instalación.

Propuesta 1

En la propuesta 1, la válvula es una pelota esférica que asienta sobre un elemento cónico. La posición de la pelota está controlada por un vástago. El órgano de maniobra presenta una geometría ergonómica por la forma esférica de su extremo, con el fin de que se adapte mejor a la palma de la mano y que su continua presión no produzca ampollas en la misma. Para favorecer la posición de la pelota en su asiento, esta propuesta debe utilizarse según se muestra en la figura 87.

Piezas:

- Órgano de maniobra
- Junta
- Esfera
- Cuerpo

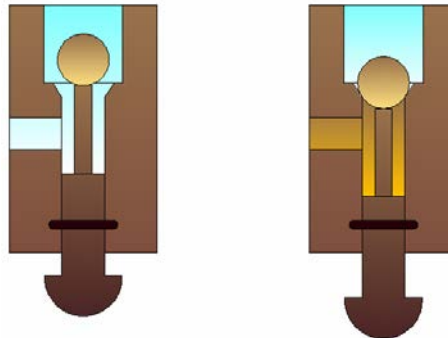


Figura 87. Propuesta 1

Propuesta 2

En la propuesta 2, la válvula está formada por una válvula cónica unida a un eje (vástago de accionamiento), y a su vez al órgano de maniobra. La posición de la válvula es controlada por la posición del órgano de maniobra. Como en el caso anterior, el órgano de maniobra es ergonómico (figura 88).

Piezas:

- Órgano de maniobra
- Junta
- Válvula

- Cuerpo

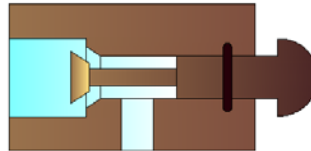
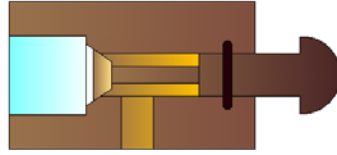


Figura 88. Propuesta 2

Propuesta 3

En la propuesta 3, es la posición del órgano de maniobra el que controla el flujo de agua (figura 89).

Piezas:

- Cuerpo
- Órgano de maniobra



Figura 89. Propuesta 3

Propuesta 4

En la propuesta 4, como en el caso anterior, es la posición del órgano de maniobra el que controla el flujo del agua. Se ha incorporado al mismo, un saliente que engancha con el cuerpo, para no tener que aplicar constantemente fuerza al órgano de maniobra para que salga el agua (figura 90). El vástago de accionamiento es cónico, perforado para que permita la salida del agua por el interior del mismo.

Piezas:

- Órgano de maniobra
- Cuerpo
- Vástago de accionamiento

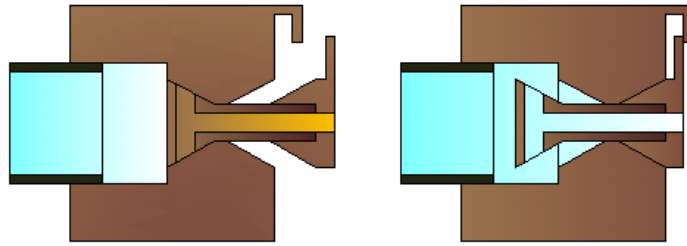


Figura 90. Propuesta 4

Propuesta 5

En la propuesta 5, de nuevo es la posición del órgano de maniobra el que controla el flujo de agua (figura 91) ya que está incorporado en el mismo el vástago de accionamiento. Es posible que se requieran juntas o la utilización de ajustes para conseguir mayor estanqueidad.

Piezas:

- Órgano de maniobra
- Cuerpo

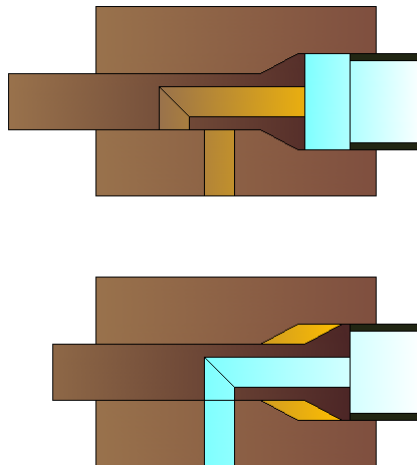


Figura 91. Propuesta 5

3.2.3.- Optimización del diseño: aplicación del QFD (despliegue de la función de la calidad) y conclusiones

Los principios de diseño definidos en el apartado 3.1., definen las demandas de los usuarios:

- Higiénico. Fácil limpieza.
- Resistente a las condiciones ambientales.
- Fácil Mantenimiento.
- Facilidad montaje y desmontaje.
- Cómoda utilización.
- Cierre.

- Utilización intuitiva.
- Integrado con el medio.
- Reciclable.
- Bajo coste.
- Facilidad fabricación. Piezas de repuesto.
- Facilidad de uso.
- Caudal adecuado. Relación caudal/tiempo llenado adecuada.
- Dimensiones adecuadas.
- Ergonómico.

A continuación se realiza un análisis multicriterio (tabla 4) para elegir de las propuestas anteriores, la que más se ajusta a los principios de diseño definidos anteriormente. La herramienta utilizada es DATUM [62].

Método de Análisis Multicriterio DATUM

						
	Ponderación	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 4	Propuesta 5
Higiénico. Fácil limpieza	5	7	7	3	7	7
Bajo coste. Fácil adquisición	5	7	7	7	7	7
Sin fugas	5	7	7	3	7	3
Facilidad fabricación. Piezas de repuesto	5	1	7	1	3	7
Facilidad montaje y desmontaje	5	7	7	7	7	7
Resistente a las condiciones ambientales	3	7	3	7	7	7
Fácil / Bajo Mantenimiento	5	3	3	1	5	3
Integrado con el medio	2	7	7	7	7	7
Reciclable	3	7	7	7	7	7
Facilidad de uso. Utilización intuitiva	5	7	7	7	7	7
Caudal adecuado (relación caudal / tiempo llenado)	3	7	7	7	7	7
Dimensiones adecuadas. Ergonómico	5	7	7	7	7	7
Cómoda utilización	5	9	9	7	9	9
Alta durabilidad	5	4	4	1	7	4
	Valor	372	390	297	407	382

Ponderación de los criterios:

1= muy poco importante; 2= poco importante; 3= importancia media; 4= algo importante; 5= muy importante

Grado de satisfacción para cada alternativa:

1= extra bajo; 2= muy bajo; 3= bajo; 4= poco bajo; 5= medio; 6= poco alto; 7= alto; 8= muy alto; 9= extra alto

Tabla 4. DATUM

El resultado de aplicar DATUM es que la propuesta que más se adecua a los principios de diseño anteriores, es la propuesta 4. Por tanto, se aplica para esta propuesta el QFD (Despliegue funcional de la calidad) [63], con el fin de introducir las expectativas de los usuarios, o principios de diseño, en especificaciones internas de la empresa, detectando los puntos fuertes y débiles en el diseño (tabla 5).

Legenda			CARACTERÍSTICAS							PROPIEDADES						
PRIMER NIVEL	CRITERIOS DE SELECCIÓN	PONDERACIÓN	Superficie exterior lisa	Forma / Diseño Sin recovecos	Material. Madera. Dureza. Densidad	Recubrimiento	Estanqueidad. Cierre cónico	Estanqueidad. Juntas	Impacto requerimiento del producto							
Calidad agua	Higiénico. Fácil limpieza	9	9	9	9	9	0	0	324							
Fabricación	Bajo coste. Fácil adquisición	9	0	9	9	3	0	0	189							
	Sin fugas	9	1	9	9	1	9	9	342							
	Facilidad fabricación. Piezas de repuesto	9	1	9	1	9	1	9	270							
Diseño	Facilidad montaje y desmontaje	9	0	9	0	0	1	9	171							
	Resistente a las condiciones ambientales	3	9	9	9	9	1	1	114							
	Fácil Mantenimiento	9	9	9	9	9	9	9	486							
Medioambiente	Integrado con el medio. Producto natural	1	0	0	9	0	0	0	9							
	Reciclable	3	0	0	9	9	0	0	54							
Usabilidad	Facilidad de uso. Utilización intuitiva	9	0	9	0	0	0	0	81							
	Caudal adecuado (relación caudal / tiempo llenado)	3	0	9	0	0	0	0	27							
	Dimensiones adecuadas. Ergonómico	9	3	9	3	3	0	0	162							
	Cómoda utilización	9	0	9	9	3	0	0	189							
	Alta durabilidad	9	9	1	3	3	1	9	234							
		Puntuación	234	783	504	387	387	183	2652							
		Porcentaje	11,9	29,9	20	15,6	7,2	15,4	100							

Tabla 5. QFD 1

En el estudio de los criterios de selección, en relación con la fabricación y diseño del producto, se observa que los cinco primeros criterios (fácil mantenimiento, sin fugas, higiénico - de fácil limpieza, facilidad en la fabricación - piezas de repuesto y bajo coste) se encuentran muy bien posicionados (tabla 6).

ORDEN	PRIMER NIVEL	CRITERIOS DE SELECCIÓN	PONDERACIÓN	IMPACTO REQUERIMIENTO PRODUCTO
1	Diseño	Fácil Mantenimiento	9	486
2	Fabricación	Sin fugas	9	423
3	Calidad agua	Higiénico. Fácil limpieza	9	324
4	Fabricación	Facilidad fabricación. Piezas de repuesto	9	279
5	Fabricación	Bajo coste. Fácil adquisición	9	270
5	Usabilidad	Cómoda utilización	9	270
6	Usabilidad	Dimensiones adecuadas. Ergonómico	9	243
7	Usabilidad	Alta durabilidad	9	234
8	Diseño	Facilidad montaje y desmontaje	9	171
9	Diseño	Resistente a las condiciones ambientales	3	141
10	Usabilidad	Facilidad de uso. Utilización intuitiva	9	81
11	Medioambiente	Reciclable	3	54
12	Usabilidad	Caudal adecuado (relación caudal / tiempo llenado)	3	27
13	Medioambiente	Integrado con el medio. Producto natural	1	18

Tabla 6. Análisis resultado QFD 1–Criterios de selección

Por otra parte, la relación caudal/tiempo de llenado, está en las últimas posiciones. Aunque no es demasiado importante para el usuario, por la ponderación que se le ha dado, sería conveniente que el caudal fuese adecuado (tabla 7).

ORDEN			PUNTUACIÓN	PORCENTAJE
1	CARACTERÍSTICAS	Forma / Diseño - Sin recovecos	783	29,9
2	PROPIEDADES	Material. Madera. Dureza. Densidad	504	20
3	PROPIEDADES	Recubrimiento	387	15,6
4	PROPIEDADES	Estanqueidad. Juntas	327	15,4
5	CARACTERÍSTICAS	Superficie exterior lisa	234	11,9
6	PROPIEDADES	Estanqueidad. Cierre cónico	183	7,2

Tabla 7. Análisis resultado QFD 1–Requerimientos

Del análisis de los requerimientos de fabricación en el QFD se observa la fortaleza que presenta el diseño sin recovecos. Debido a que el diseño estudiado presenta recovecos para sujetar la manija, en principio, se opta por un diseño más sencillo que se presenta a continuación (figura 92).

Piezas:

- Órgano de maniobra
- Cuerpo
- Vástago de accionamiento

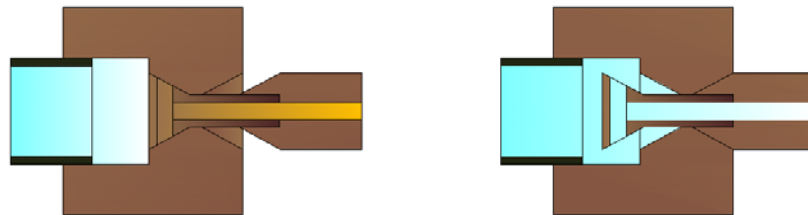


Figura 92. Propuesta 4 mejorada

3.3.- Elección definitiva. Bocetos preliminares

La propuesta definitiva consta de tres piezas que por orden de montaje son:

- 1.- Cuerpo
- 2.- Órgano de maniobra
- 3.- Vástago de accionamiento

1.- Cuerpo

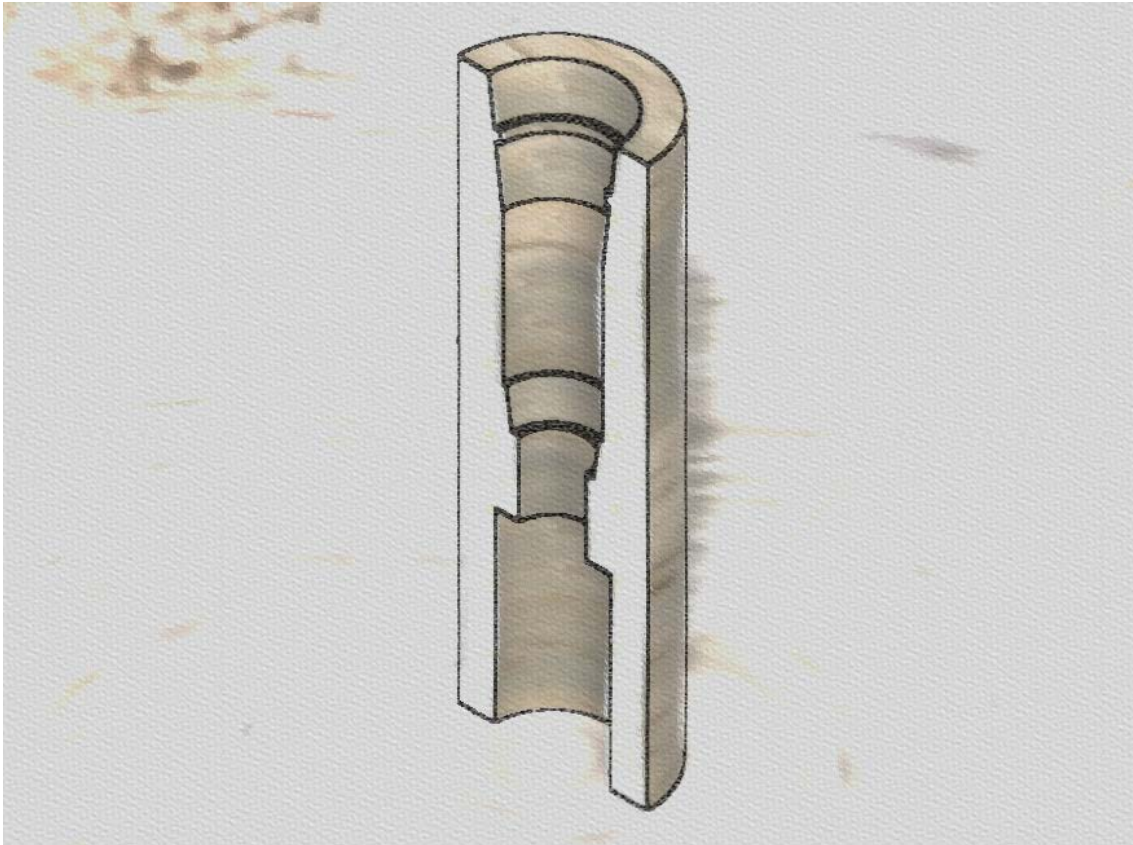


Figura 93. Cuerpo, propuesta 4 mejorada. Despiece

2.- Órgano de maniobra

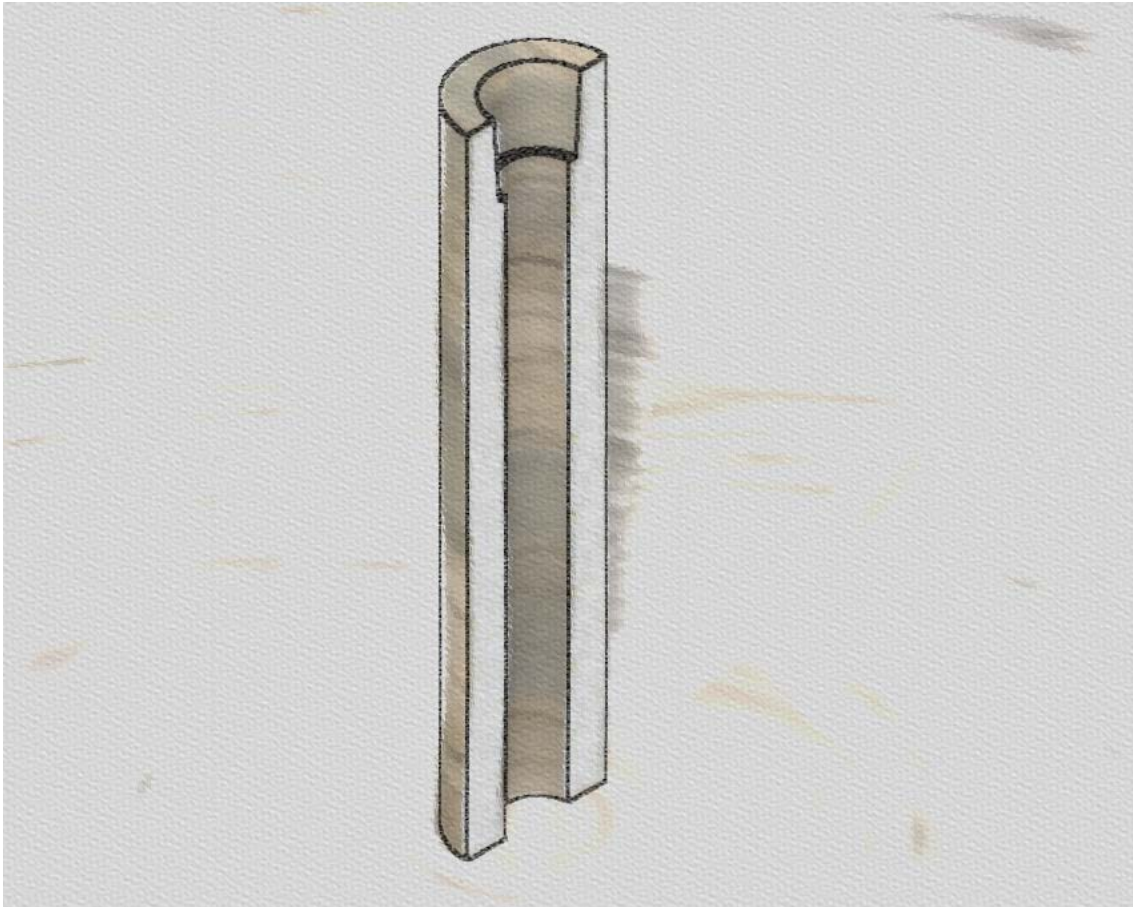


Figura 94. Órgano de maniobra, propuesta 4 mejorada. Despiece

3.- Vástago de accionamiento

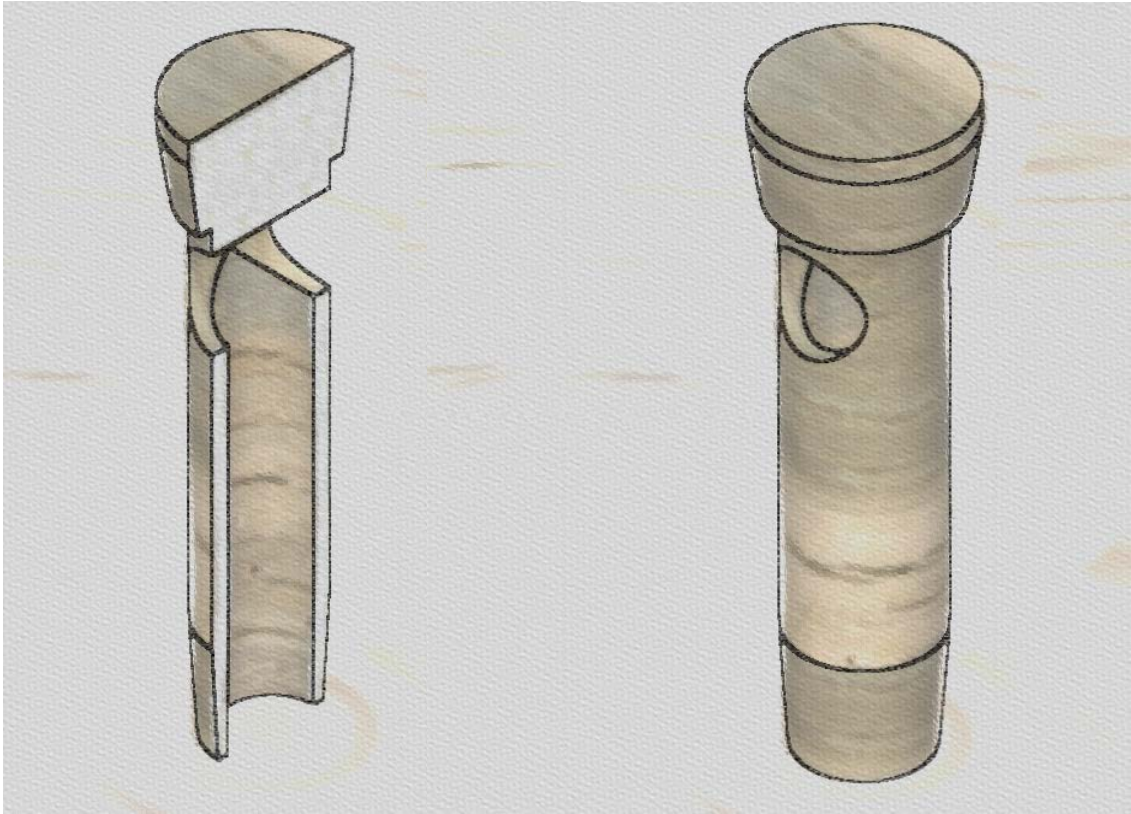


Figura 95. Vástago de accionamiento, propuesta 4 mejorada. Despiece

El conjunto de la válvula se muestra a continuación en las posiciones extremas (figura 96 y 97).

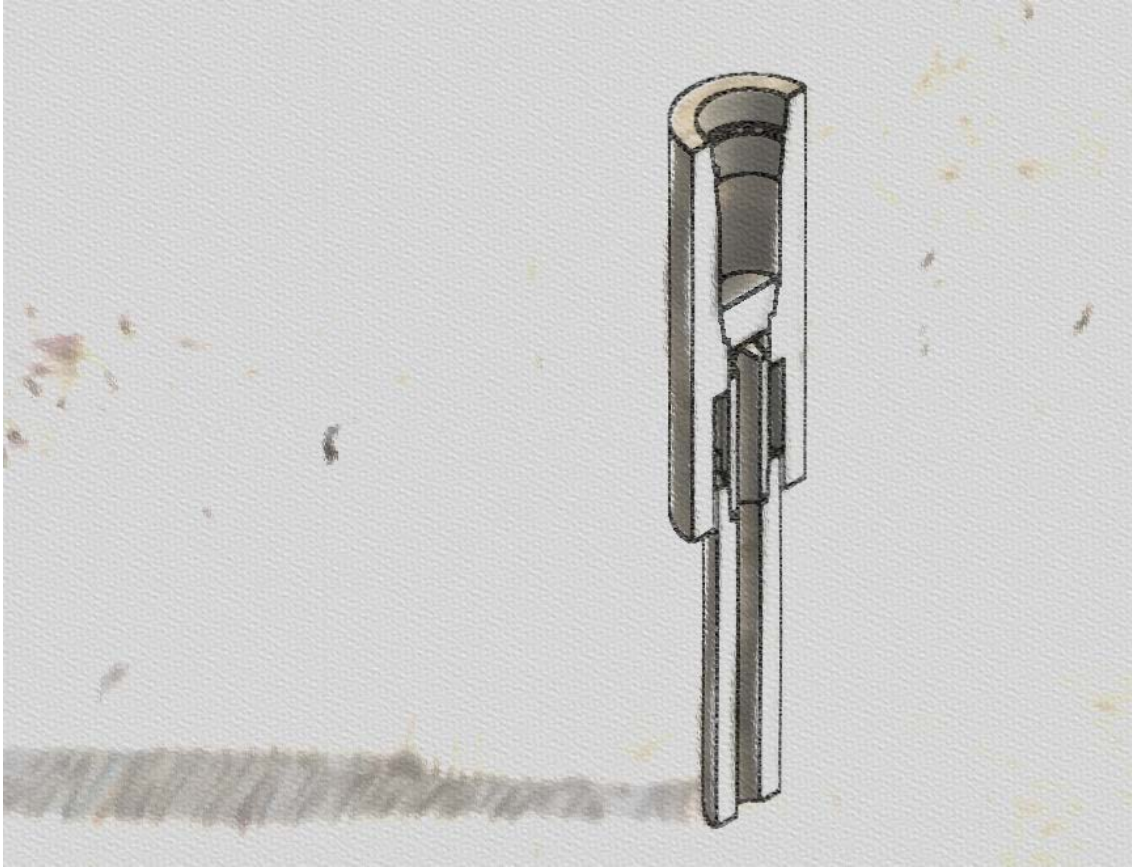


Figura 96. Conjunto cerrado, propuesta 4 mejorada

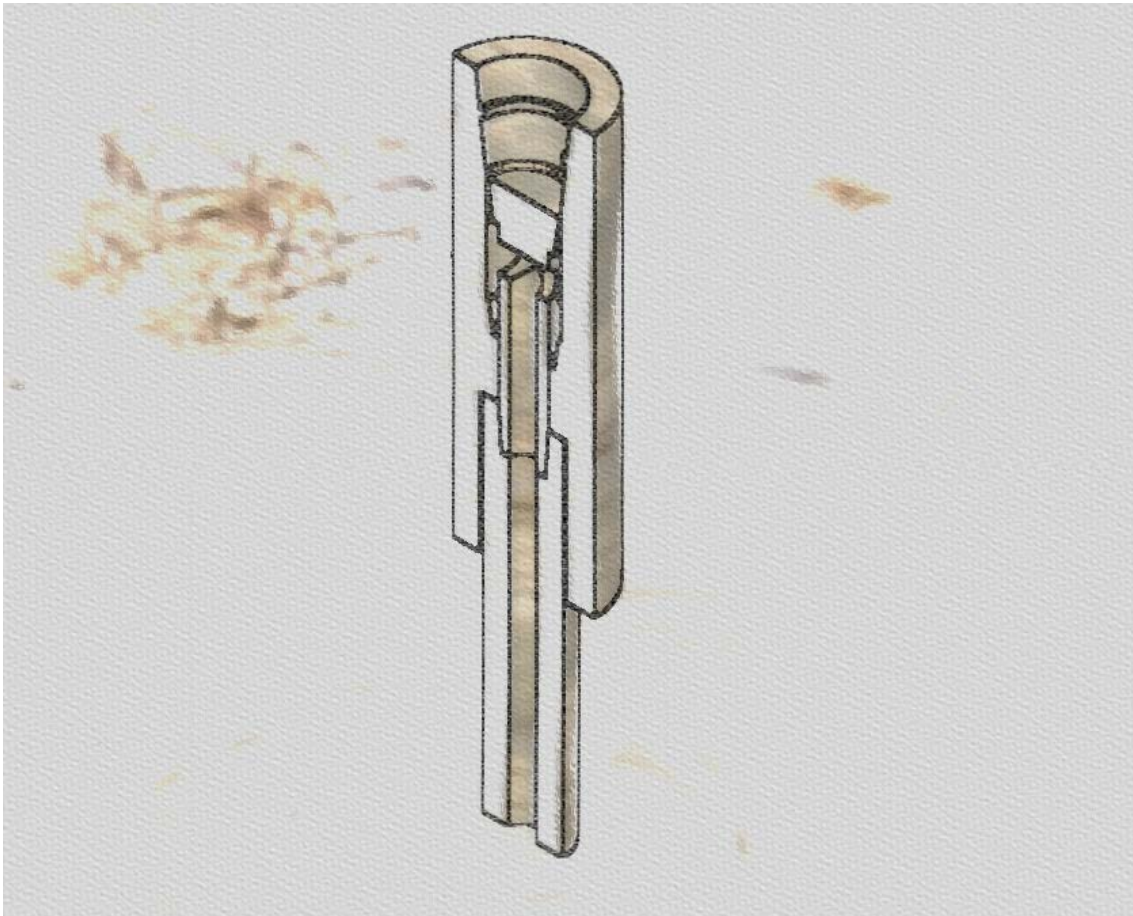


Figura 97. Conjunto abierto, propuesta 4 mejorada

Todo el diseño está limitado dimensionalmente por la tubería a la que tiene que ir conectado que es de $\frac{3}{4}$ " (diámetro exterior de 26,4mm).

La ranura de la parte cónica del cuerpo es de diámetro 28mm, como se muestra en la figura 97. La diferencia entre el diámetro de ésta y el de la tubería, permite la utilización de una junta de goma. La función de la ranura es la de incrustarse en la goma e impedir el deslizamiento del grifo por la acción de la presión del agua de la instalación.

El órgano de maniobra tiene suficiente longitud para que se realice un agarre de fuerza.

El recorrido que realiza el órgano de maniobra es pequeño para minimizar las pérdidas de agua cuando la válvula pasa de estar abierta a cerrada, o viceversa.

En el vástago de accionamiento, se ha realizado un agujero para la toma de agua en la parte cilíndrica del mismo, en lugar de la parte cónica como se había propuesto

en principio, porque las dimensiones del cono son pequeñas y sus paredes pueden quedar debilitadas una vez realizado el agujero.

Se realiza un asiento para alojar una junta para mejorar la estanqueidad y superar los fallos geométricos y dimensionales que puedan darse en fabricación o también los que puedan darse por la naturaleza del material.

4.- DISEÑO PRELIMINAR

4.1.- Estudio preliminar de materiales y de procesos de fabricación

Debido al tejido industrial existente en Kigoma y a la tecnología al desarrollo que se pretende aplicar en este proyecto, se debe pensar en materiales autóctonos y procesos de fabricación artesanales.

4.1.1.- Estudio preliminar de materiales

Como material autóctono se tiene la madera. Usar madera autóctona en Tanzania [64], tiene ventajas por ser una madera de calidad, además de que son conocidas y respetadas por los usuarios, y en general, son un recurso de propiedad común. La información sobre la mayor parte de los árboles de Tanzania la tienen las comunidades locales, y a veces, determinadas personas de esas comunidades. Los árboles pueden llegar a ser fundamentales en la estrategia de supervivencia de una familia en Tanzania.

El uso de los productos que tienen como origen los árboles autóctonos, depende de la cobertura forestal, la accesibilidad a las zonas arboladas (respecto a la distancia y a las restricciones de entrada), renta disponible, la disponibilidad de productos sustitutivos, y la importancia tradicional de los árboles dentro de un poblado.

En Tanzania, la leña es la principal fuente de energía utilizada para cocinar y para calentar el agua. En las zonas urbanas generalmente se utiliza el carbón. También se utiliza queroseno y electricidad. En algunas zonas, la principal actividad de ingresos en las casas es la elaboración de cerveza de maíz local y mijo (*pombe*). También utilizan la madera como principal fuente de energía algunas empresas pesqueras para el ahumado de pescado, las de fabricación de ladrillos a pequeña escala y para el secado del tabaco. Se estima el consumo de 1 m³ por persona/año en áreas rurales, y de 2,1m³ persona/año en áreas urbanas. La diferencia de consumo se debe a menores ingresos medios, y que las redes de suministro son más pobres. En la mayoría de los pueblos la leña no se compra ni se vende sino que se recoge para uso propio, en el hogar. El precio medio es de unos 10 TSH por Kilo, pero depende de la cantidad que se compre. En los restaurantes se utiliza para cocinar el carbón. Se prefiere para cocinar la carne, el pescado, las patatas, las bananas, etc. La producción de carbón a pequeña escala es una fuente importante de ingresos para muchos agricultores y esta es la causa de la deforestación. Los agricultores construyen hornos de tierra, cubriendo la madera apilada con vegetación, y luego con tierra. En zonas urbanas el precio del kilo de carbón es de 20 TSH. Pero el precio depende de la calidad del carbón vegetal, el medio de transporte (camión, tractor, bicicleta, carretilla, burro o sobre la cabeza), la distancia recorrida y si la operación es legal.

En la mayoría de las zonas rurales, necesitan los bosques para la obtención de material de construcción de casas y de las cercas; a pesar de que el estilo de construcción es muy diferente, y que se está cambiando la forma y los materiales de construcción en el país. Los

hombres son los responsables de la construcción y el mantenimiento de la estructura de la vivienda, aunque en algunas zonas, las mujeres también están involucradas.

En las zonas rurales se utilizan la madera de los bosques para hacer productos del hogar. La mayoría de los artículos están hechos por especialistas de la aldea. No tienen especialistas en cada pueblo y en general son hombres. Estas personas suelen heredar su oficio y tienden a especializarse en la producción de un conjunto específico de elementos. Aunque hay algunos productos, como las cucharas, que en ocasiones, se hacen dentro del hogar.

Por otra parte, la ganadería es una parte integral de la mayoría de los hogares rurales de Tanzania. Se practica el pastoreo libre. Solo se recoge forraje para los animales enfermos y en general no utilizan pienso. El follaje y las vainas son alimento para el ganado, las ovejas y las cabras [65]. La acacia es un árbol muy importante para la ganadería, ya que es una de las primeras especies en brotar nuevas hojas al final de la estación seca.

Otra fuente de ingresos familiares es la miel. Los apicultores tradicionales cuelgan las colmenas en árboles cuidadosamente seleccionados (que sean fáciles de subir, que no sean demasiado grandes y que tengan la corteza suave). La miel es un producto explotado que no compete con otros usos del suelo, ni tampoco causan degradación en la tierra, aunque la quema ha sido mencionada como un efecto adverso en las prácticas apícolas tradicionales. La miel y la cera parecen estar infrautilizadas, ya que se dice que la demanda de ambos productos es más fuerte que la oferta. La miel también se utiliza en la fabricación *pombe* y de medicinas. Una colmena tradicional produce de 15 a 45kg por año de miel, y 1kg por año de cera. Además, la acacia es un árbol muy apreciado por los apicultores que además utilizan sus ramas resinosas como antorchas.

Y como en todas las culturas, independientemente de donde se ubiquen, el árbol tiene importancia desde el punto de vista ritual y espiritual. La variedad de funciones culturales son tan numerosas y diversas, como las comunidades y las tribus del país. A través del tiempo, los bosques han sido y son un aspecto integral de la estructura social, la religión, el arte, la historia, la medicina y la política de una comunidad. Son vistos como protectores contra el mal, y como proveedores de fortuna y poder. Algunos árboles pueden servir para vincular a los vivos con sus antepasados, como una relación entre el cielo y la tierra. A veces, se ofrecen regalos como flores o alcohol, a los pies de los árboles, como una forma de mostrar a los antepasados que no han sido olvidados.

De las hojas, cortezas o raíces de muchos de los árboles, se extraen colorantes de varias tonalidades: negro, rojo, naranja, amarillo, verde y azul. Los colorantes se utilizan principalmente para dar color a la tela y a los materiales de fibra que se utilizan para hacer cestas y esteras; para la decoración de las paredes de las casas; en artesanía (cucharas y bastones); y como maquillaje femenino. Las mujeres utilizan colorantes (rojo o negro) como pintura corporal para dar color a los dedos de los pies, las uñas, los labios, las manos y los pies. Los colorantes se suelen extraer de las hojas, cortezas, raíces, tallo, al introducirlos en agua hirviendo. El tinte se hace permanente si se agrega el jugo de limón y sal. El precio en algunos de los mercados del tinte rojo es de 10 TSH por cucharada.

También se extraen de los árboles fibra para utilizarla como hilo, cuerda, bramante, tela y materiales de construcción, para la realización de recipientes de almacenamiento de grano de maíz, cestas y bolsos para el transporte de frutas y verduras, cuerdas, y tradicionalmente para la realización de vestidos.

La medicina tradicional es muy importante en Tanzania, ya que puede ser el único cuidado de salud asequible y accesible en muchas zonas rurales. Sin embargo, es difícil evaluar la medida en que todavía se utilizan medicinas tradicionales. Para la mayoría de las enfermedades graves de personas van al hospital para recibir tratamiento. Se estima que un hogar podría gastar alrededor de 20.000 TSH por año en medicina no tradicional (1986).

Además, hay una gran variedad de prácticas curativas, y las creencias y la mayoría de las prácticas no distinguen entre los elementos físicos y psicológicos de una enfermedad. Muchas tribus de Tanzania tienen una doble clasificación de las enfermedades: las que tienen causas naturales y las causadas por brujería o espíritus ancestrales enfurecidos. La mayoría de las enfermedades clasificadas por los curanderos tienen un equivalente científico en la medicina occidental. Las enfermedades se diagnostican generalmente por un curandero de acuerdo a la causa y la clasificación de la enfermedad. Enfermedades atribuidas a causas naturales son generalmente tratadas por un curandero o en un hospital. Si la enfermedad se debe a la brujería, se necesita un brujo para luchar contra la magia. Sin embargo, si el trastorno es el resultado de antepasados encolerizados o espíritus malignos, se lleva a cabo un ritual o ceremonia para aplacarlos. Si la causa de la enfermedad es por el incumplimiento de normas culturales o tabúes, se prescribe un acto de penitencia o la restitución de las mismas.

En Tanzania se estima que tiene más de 60.000 curanderos tradicionales (1990). En la mayor parte de Tanzania, hay 4 tipos de curanderos: herbolarios, los herbolarios - ritualistas, ritualistas – herbolarios y espiritistas. La mayoría de los remedios en la medicina tradicional se preparan de diversas sustancias naturales, animales y vegetales. Los remedios vegetales representan aproximadamente el 90 % de todos los recursos utilizados para el tratamiento (1984).

A pesar de que los estudios botánicos en Tanzania han identificado un gran número de plantas medicinales de la selva que tienen el potencial para usos medicinales, es difícil evaluar qué especies son de gran importancia económica a nivel local. Esta situación se complica aún más por el hermetismo de los curanderos, y la tendencia a ocultar la información relativa a la importancia de las plantas medicinales locales específicas. Los mercados proporcionan un excelente punto de partida para la identificación de especies que la gente compra como remedio curativo. A veces el precio de un medicamento en particular está establecido y anunciado, mientras que en otros casos el precio sea negociado o los pacientes pagan lo que pueden. Hay una serie de medicamentos de uso común de los árboles que se comercializan con la intención de llegar al consumidor urbano. La mayoría de los medicamentos fueron recogidos por el vendedor que es un curandero. Sin embargo, se pueden encontrar en el mercado medicamentos que no son locales.

Un producto muy común en los mercados, y es el Mswaki o palitos para masticar, que se utilizan como cepillos de dientes son frecuentemente, tanto por la población rural como los que viven en zonas urbanas.

Las cercas vivas se cultivan alrededor de las casas y los huertos familiares. Tienen una serie de ventajas sobre los postes de madera, que a menudo, son considerados como un elemento improductivo. El costo de las cercas vivas es bajo, y aparte de un poco de atención en un principio, la valla va a seguir creciendo por su cuenta. Con las especies seleccionadas adecuadamente la cerca puede ser una fuente de leña, medicina, fruta, comida u otros productos para el hogar, útiles. Las cercas vivas también actúan como barreras para el viento, y pueden mejorar las condiciones del suelo si se seleccionan las especies apropiadas.

El mercado de la madera es cada vez mayor. La madera es aserrada en tablas y se utiliza en la construcción de las casas (vigas, puertas y marcos) para mobiliario. La fabricación de muebles es una fuente importante de ingresos para los carpinteros en las zonas rurales. En la mayoría de los pueblos hay varios hombres trabajan la madera de manera independiente, pero a menudo cooperan para asegurarse la materia prima de los aserraderos, y en algunos casos, incluso, comparten las herramientas. De vez en cuando los carpinteros trabajan para la aldea, pero es más probable que los artículos que realicen se vendan en los mercados locales semanales o en los pueblos cercanos. Los artículos que producen son: cajas, mesas, sillas, camas, taburetes, etc.

Las maderas llamadas tropicales, porque provienen de países situados entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio, tienen como propiedad fundamental su alta resistencia al agua y a la humedad. Tanzania por su ubicación, es un país tropical.

A continuación se hace una relación de las maderas indicando [66]:

- Denominación comercial principal que se utiliza en España, la denominación científica adoptada en Botánica y otros nombres con los que se conoce a ese tipo de madera.
- Color, tonalidades y foto de la muestra, diferenciando la madera de albura de la madera de duramen.
- La fibra que puede ser recta, ondulada, derivada o entrelazada. La fibra recta supone una mayor facilidad de trabajo de la madera y en general da lugar a piezas de mayor calidad desde el punto de vista estructural. El resto de las fibras pueden presentar dificultades en su elaboración pero por otra parte el resultado puede llegar a ser más estético por las figuras que origina la fibra.
- Grano. El grano puede ser basto o grueso, medio y fino. Cuanto más fino es el grano mejor es el acabado.
- Clasificación de la madera según su dureza (UNE 56.534 "Características físico - mecánicas de la madera. Determinación de la dureza" y UNE 56.540 "Características físico – mecánicas de la madera. Interpretación de los resultados de ensayo"). Se clasifican las maderas en función de su dureza en: muy blandas, blandas, semiduras, duras y muy duras.
- Mecanizado de la madera. En el aserrado se indica la facilidad o dificultad en su realización en función del contenido en sílice, la dureza, la presencia de resina, etc.

La necesidad de utilizar equipos de gran potencia, toxicidad de la partículas de la madera, velocidad de desafilado de las herramientas. En el secado se indica la velocidad de secado: rápida, normal o lenta, y la posible aparición de deformaciones en las piezas como fendas (hendiduras longitudinales que se extienden a través de los anillos de crecimiento [67]). También se indica el cepillado.

Acajou (denominación científica: *Khaya*), también llamada *Acajú*, *Samanguila* o Caoba de África [68][69]. La madera de albura es blanca crema amarillenta y de duramen rosa pálido o rojo pálido que se oscurece a marrón (figura 98). La fibra es recta con frecuencia ligeramente entrelazada. El grano es medio. Es una madera semipesada, medianamente nerviosa y blanda que cuenta con estabilidad dimensional sin tendencia a atear. La albura es impregnable y el duramen no es impregnable. El aserrado es fácil. El secado es rápido aunque puede presentar deformaciones cuando la fibra de la madera está muy entrelazada, y cepillado con riesgo de repelo en piezas con la fibra entrelazada. Para su mecanizado se pueden utilizar herramientas de acero ordinario o de aleaciones, pudiéndose producir arranque de astillas. El polvo puede producir irritación en las mucosas. Se utiliza en: carpintería exterior e interior, tableros contrachapados, mobiliario y ebanistería, construcción naval, embarcaderos, embarcaciones ligeras y en suelos. Es medianamente durable.



Figura 98. *Acajou*

Bahía (denominación científica: *Hallea ciliata* Leroy; *H. Stipulosa* O. Kuntze; *H. Rubrostipulata* Leroy), también llamada *Abura*, *Elelon*, *Mzuzu*, *Suba* y *Maza*. El color de madera varía de pardo rosado al beige amarillento (figura 99). La fibra es recta, aunque en ocasiones se encuentra entrelazada y el grano es fino. Es una madera semipesada, medianamente nerviosa, estable, sin tendencia a atear y blanda. El aserrado es fácil salvo que presenta sílice que provoca rápido desgaste de las sierras, irritaciones en la piel y en las mucosas. Seca rápidamente aunque presenta pequeños riesgos a las deformaciones y a la aparición de fendas. El cepillado no presenta problemas. La albura es impregnable y el duramen medianamente impregnable. Es durable. Se utiliza en carpintería de exterior e interior, tableros contrachapados, mobiliario y ebanistería de exterior y de interior, etc.



Figura 99. Bahía

Doussié (denominación científica: *Afzelia*). El color de albura varía del blancuzco al blanco amarillento, y de duramen marrón rojizo (figura 100). La fibra es recta en ocasiones entrelazada. El grano es medio. Se trata de una madera pesada y medianamente nerviosa. Dura. La albura es medianamente impregnable y el durable no impregnable. Es muy durable. En el aserrado presenta problemas por su dureza. El polvo puede producir irritaciones en la piel y en las mucosas. En el secado no se producen prácticamente deformaciones y fendas. El cepillado es fácil pudiendo presentar riesgo de repelo en piezas con fibra entrelazada. Los depósitos de gomas pueden inhibir localmente la adherencia de los barnices. Se utiliza en carpintería de exterior y de interior, construcción naval, puentes, pantalanés, mobiliario de exterior y de interior, tonelería y chapas decorativas.



Figura 100. *Doussié*

Elondo (denominación científica: *Erythopleum utile*; *E. Suaveolensis*) o *Talí*. El color de albura varía del blanco amarillento al blanco rosado, y de duramen, pardo amarillento oscureciéndose con el tiempo a pardo rojizo (figura 101). Fibra muy entrelazada. Es una madera muy dura y muy pesada. Muy durable. La albura es medianamente impregnable y el duramen poco impregnable. Presenta los problemas normales en el aserrado debido a su dureza y a las fibras entrelazadas. El polvo puede irritar las vías respiratorias, mucosas y piel. El secado es muy lento y presenta un riesgo elevado a las deformaciones y de fendas. El cepillado es difícil por su dureza y por el elevado riesgo de repelo y de astilladuras. Conviene hacer la mecanización lentamente. Los depósitos de gomas pueden inhibir localmente la adherencia de los barnices. Se utiliza en carpintería exterior e interior, escaleras, muebles de exterior, obras hidráulicas: construcciones portuarias, puentes, traviesas, etc. Malas aptitudes para realizar chapas.



Figura 101. Blondo

Embero (denominación científica: *Lovoa trichiiloides*), *Nvero*, *Dibetou* o Nogal africano. Tiene un color de albura que varía del gris claro al amarillo claro. El color de duramen varía del marrón grisáceo al marrón amarillento, presenta manchas o veteados de color negro (figura 102). La fibra es recta aunque con mucha frecuencia se puede presentar ligeramete entrelazada. El grano va de fino a medio. Es una madera semipesada, blanda. Ligera tendencia a rajarse. La fibra está entrelazada. Exuda resina de olor penetrante, parecido al del cedro. La albura es medianamente impregnable y el duramen poco o nada impregnable. El aserrado se produce sin problemas El polvo puede producir irritación en las mucosas y eccema. La velocidad de secado va de medio a rápida, presentando riesgos pequeños de deformaciones y fendas. La velocidad de secado va de entre media a rápida. Aplicaciones: Muebles y ebanistería de interior.



Figura 102. Embero

Etimoé (denominación científica: *Copaifera Salikounda*, *C. Mildbraedii*), *Olumni* y *Allihia*. Tiene un color de madera que varía de marrón ligeramente rojizo al marrón gris (figura 103). De fibra recta aunque en ocasiones se puede presentar entrecruzada. Puede presentar resina. El grano puede estar entre fino a medio. Madera pesada, sin tendencia a atejar, y semidura. Es una madera medianamente resistente. Albura impregnable y duramen poco impregnable. De fácil aserrado. Seca a una velocidad media aunque puede presentar un riesgo moderado a que se produzcan deformaciones y a la aparición de fendas. Cepillado sin problemas. Aplicaciones: carpintería de exterior y de interior, muebles y ebanistería de exterior y de interior, y barcos.



Figura 103. Etimoé

Framiré (denominación científica: *Terminalia Ivorensis*), *Bajii*, *Emeri* e *Idigbo*. El color de albura es blanco amarillento y a menudo tiene una tonalidad verdosa, y de duramen varía entre el amarillo y el pardo amarillento (figura 104). La fibra es recta aunque en ocasiones se presenta entrelazada. Grano medio. Es una madera semiligera, muy estable, sin tendencia a atear, blanda y medianamente durable. La albura es impregnable y el duramen medianamente impregnable. El aserrado es fácil y el secado es rápido, presentando un riesgo ligero a deformaciones y fendas. El polvo puede causar irritación. El cepillado es fácil. Sin embargo presenta un riesgo de repelo en piezas con fibra entrelazada. Se utiliza en carpintería de exterior y de interior, contrachapados, y en muebles y ebanistería.



Figura 104. Framiré

Iroko (denominación científica: *Clorophora Excelsa*), *Teka Africana*, *Semli*, *Koetema* u *Odum*. Tiene una albura de color blanco amarillento y de duramen marrón amarillento que torna a pardo rojizo con la luz (figura 105). La fibra es recta con frecuencia ligeramente entrelazada. Grano va de medio a basto. Es una madera semipesada, estable, sin tendencia a atear, semidura y muy durable. Albura impregnable y duramen no impregnable. El aserrado se realiza sin dificultades. El polvo puede producir reacciones mucosas acompañadas de reacciones cutáneas. La velocidad de secado va de medio a lento y presenta un riesgo de repelo cuando la fibra está entrelazada. Se aplica en carpintería de exterior e interior, muebles de exterior, parques y jardines urbanos, y en construcción naval.



Figura 105. Iroko

Sapeli (denominación científica: *Entadrophagma cylindricum*), *Abebay*, *Aboudikro* o *Pekwa*. El color de albura varía del gris blanquecino al crema, y de duramen varía del rosa, recién cortada, a pardo rojizo violáceo (figura 106). La fibra es recta con mucha frecuencia entrelazada. Olor característico a cedro. A veces exuda resina. Grano de fino a medio. Es una madera semipesada, semidura, estable, sin tendencia a atear y medianamente durable. La albura es medianamente impregnable y el duramen poco impregnable. El aserrado sin problemas y el secado de velocidad media a lenta. El cepillado sin problemas, salvo en las piezas con la fibra entrelazada que produce repelo. Utilización en carpintería exterior e interior, chapas decorativas, muebles y ebanistería fina de exterior y de interior, y construcción naval.



Figura 106. Sapeli

Sipo (denominación científica: *Entadrophagma utile*) o *Assié*. Tiene un color de albura blanco rosáceo y de duramen marrón rojizo un poco violáceo (figura 107). Fibra recta con frecuencia entrelazada. Grano: fino a medio. Madera estable sin tendencia a atear, semipesada, semidura y durable. La albura es medianamente impregnable y el duramen no impregnable. El aserrado sin problemas. Secado se realiza a una velocidad media-rápida, con pequeños riesgos de deformaciones y fendas. El cepillado sin problemas salvo en el repelo que presentan las fibras entrelazadas. Se utiliza para carpintería de exterior y de interior, muebles y ebanistería de exterior y de interior, chapas decorativas, chapas decorativas, y construcción naval.



Figura 107. Sipo

Teca (denominación científica: *Tectona grandis*), Teka, Tek, May, Sak, o Teak. El color de la madera de albura varía de blanca amarillento a grisácea y de duramen de marrón amarillento a marrón oscuro con vetas frecuentes gris oscuras (figura 108). La fibra es recta, a veces ondulada y el grano va de medio a basto. Tacto aceitoso. Es una madera semipesada, muy estable, pequeña tendencia a atear, semidura y muy durable. La albura es poco impregnable y el duramen no impregnable. El aserrado solo presenta problemas por su alto contenido en sílice que desgasta rápidamente las herramientas. Puede causar irritaciones cutáneas, eccemas y asma. El secado es lento y presenta pequeños riesgos a deformaciones y fendas. El cepillado sin más problemas que el de su abrasividad debido a su dureza. Apta para el curvado. Se utiliza en carpintería exterior e interior, muebles y ebanistería de exterior y de interior, mueble curvado y torneado, construcción naval, chapas decorativas, construcción naval, puentes, etc.



Figura 108. Teca

Wengué (denominación científica: *Millettia Laurentii*; *M. Stuhlmannii*), Panga – Panga, Ambire o Mpande. La albura es blanca amarillenta y de duramen varía de pardo oscuro a negro (figura 109). La fibra es recta y el grano puede ir de medio a basto. Es una madera muy pesada, sin tendencia a atear, muy dura y durable. La albura es medianamente impregnable y el duramen no es impregnable. El aserrado sin más problemas que su dureza. Puede producir irritaciones en la piel y dolores de estómago. El secado es lento con riesgo ligero de deformaciones y riesgos altos de que se produzcan fendas. El cepillado es difícil por su dureza. Se utiliza en carpintería de exterior y de interior, mobiliario y ebanistería de exterior y de interior, chapas decorativas, talla, tornería, chapas decorativas, etc.



Figura 109. Wengué

Las maderas que se han visto anteriormente, son maderas de uso comercial. Sin embargo, hay otros árboles que no tienen interés comercial que se comentan a continuación.

Warburgia SALUTARIS es un árbol que se encuentra en las selvas bajas, matorrales y pastizales. Es un árbol de hoja perenne y puede verse amenazado por la alta demanda de su corteza que la utilizan con fines médicos como tratamiento de la malaria, resfriados, dolores de pecho, tos, diarrea, dolores musculares, de estómago y dolores generales en el cuerpo. Mejoran la tierra al fijar el nitrógeno y proporcionan buena sombra. Se utilizan como forraje. Respecto a las características de la madera, presenta un duramen graso, aromático y pálido que se oscurece con el contacto con el aire. Sierra y pule bien, pero no es durable. Se utiliza como leña y en ocasiones como madera.

Trichilia Emetica es un árbol que se puede encontrar cerca de los ríos. Las semillas producen un aceite que se utiliza para la producción de jabón. Este aceite en el pasado se exportaba. También se utiliza para combatir la neumonía, resfriados y como purgante. El aceite se utiliza para combatir enfermedades de la piel (tiña y parásitos) y cura las llagas. La raíz se utiliza para inducir el parto. La madera se utiliza para hacer muebles y postes. La madera a veces es tratada. También se utiliza como leña. Es un árbol de sombra. Se ha plantado como cortavientos y para la rehabilitación de captación de agua.

Tamarindus Indica es un árbol muy común en Tanzania. Se encuentra en bosques, y en zonas de matorrales, depresiones y valles, en los cursos de agua, ríos, etc. Se utiliza en alimentación, como condimento o como infusión. La fruta se encuentra en los mercados. Tiene muchos usos medicinales. La pulpa se utiliza como laxante, la corteza cura el dolor de garganta, las hojas quitan los problemas estomacales, y las raíces quitan el dolor de corazón. La madera es dura, pesada y de color marrón oscuro. Es difícil trabajar pero fácil de pulir y resistente a las termitas. Se utiliza para la fabricación de muebles, y para hacer artículos domésticos como mangos de herramientas, morteros, postes de cercas y barcos. También es considerado como una buena leña y carbón vegetal. Las flores son buenas para producir miel.

La ceniza es rica en tanino, y se usa para curtir pieles. El árbol es anfitrión de un gusano que produce seda salvaje.

Guineense Syzygium es un árbol muy extendido en Tanzania. Se encuentra a lo largo de los ríos y de los arroyos, en la periferia de los bosques, etc. Sus frutos son comestibles y se utilizan para tratar la disentería. La corteza se utiliza para combatir la diarrea. La madera es dura, fuerte y fácil de trabajar. Se utiliza como material de construcción, madera, leña y carbón vegetal.

Trychnos Cocculoides es un árbol que crece en los bosques. Está muy extendido en toda Tanzania. La fruta es comestible y se mezcla con miel para tratar la tos. De la fruta se obtiene un colorante que además protege contra el ataque de los insectos. También se utiliza como jabón para lavar la ropa. La raíz se mastica para tratar el eczema, y la gonorrea. La madera es de color blanco; blanda y flexible. Se utiliza como materiales de construcción y mangos de herramientas.

Parinari Curatellifolia, es un árbol muy extendido en Tanzania y se encuentra fácilmente cerca del agua. La fruta es comestible y se puede secar. Su semilla tiene un alto contenido en aceite que se utiliza en la cocina, en pinturas y barniz. La corteza se utiliza para tratar la neumonía y la fiebre. La madera es muy dura, pesada, de color rojizo. La madera se utiliza para hacer vigas y canoas. También se utiliza para leña.

Milicia Excelsa es un árbol de bosque caducifolio muy extendido en las tierras bajas húmedas de Tanzania. La corteza se utiliza para tratar la tos, disentería, problemas del corazón y cansancio en general. El látex se utiliza para reducir tumores, obstrucciones de la garganta y problemas de estómago. Se utiliza como árbol de sombra y para finar nitrógeno. Su madera es de alta calidad y se utiliza a menudo como sustituto de la teca. Tiene un importante valor comercial. A nivel local se utiliza para muebles, construcción de barcos y para uso general. Resiste bien las termitas.

Brachystegia Spiciformis es un árbol que se encuentra en las proximidades del lago Tanganika. Se utiliza como leña y para producir carbón vegetal. Se utilizan sus flores para producir miel. Las raíces se utilizan para tratar la disentería y problemas con el estómago. Las hojas son un buen forraje y sus raíces fijan el nitrógeno al suelo. La corteza se utiliza para hacer cuerdas. La madera es de color marrón claro, dura, pesada, pero no es muy durable. Se utiliza para la construcción de barcos, y construcción en general. Es un árbol de sombra.

La acacia es un árbol autóctono africano [70] y se planta por iniciativa propia de las familias, de forma local, porque proporciona productos que la familia usa con regularidad pero que no tiene dinero necesario para comprar como: miel, leña, madera, carbón vegetal, muebles, medicinas, forraje, herramientas de uso doméstico, materiales de construcción etc. Aunque también se planta para proteger la tierra o mejorarla (fijación de nitrógeno) como respuesta al deterioro del medio ambiente. El nombre de la acacia en Tanzania es *Kiloriti* (*Kimasai*) [65]. La acacia que se da en Kigoma es la *Acacia Tortilis*. Este tipo de acacia rara vez se utiliza en construcción ya que se deforma durante el secado.

Los árboles que se han expuesto en este apartado, son árboles que se encuentran en Kigoma, cuya madera es resistente al agua. Como conclusión, cualquiera de las maderas anteriores, podría ser válida para la construcción de la válvula de este trabajo.

4.1.2.- Estudio preliminar de los procesos de fabricación

En los estudios realizados por la FAO [71], se llegó a la conclusión de que las industrias pequeñas ayudarían a Tanzania a alcanzar el desarrollo rural y la autosuficiencia; ya que las pequeñas industrias requieren menos capital de inversión ya que se pueden implementar en áreas rurales cercanas a los recursos que van a utilizar como materia prima y por tanto, reducir la disponibilidad de ingresos para la adquisición de productos. Se define pequeña industria aquella en que está controlada de forma individual la capacidad de su personal, el capital requerido y las destrezas. Se tratan de industrias artesanales y caseras. Los empresarios de las pequeñas industrias son personas con educación primaria, artesanos y pequeños comerciantes. El manejo de esta industria se basa en el sentido común, la intuición y valores personales de la comunidad local. Tratan de forma diferente el tiempo, las tradiciones, las creencias, y otros valores que lo que se espera en la industria moderna. El concepto occidental de que el tiempo es dinero, apenas ha echado raíces y se refleja en la falta de puntualidad, ausencia de planificación, horas gastadas en el puesto de trabajo para hacer amistades, etc. Las decisiones no se basan en las metas de producción sino en vínculos familiares, en la amistad y afiliación tribal.

Las pequeñas industrias tanzanas tienen los siguientes problemas: falta de mano de obra especializada, falta de financiación, falta de materias primas, máquinas y/o repuestos y falta de conocimientos técnicos. Los métodos y técnicas de producción a menudo son obsoletos; tienen como consecuencia un costo más elevado y calidades inferiores en los productos. El empresario parece indiferente a los dictados del mercado, siendo influenciado más fuertemente por su cultura y el medio ambiente. En zonas de Tanzania con gran intensidad comercial, las carpinterías, carecen de herramientas modernas. En donde se utilizaba maquinaria, el equipo era viejo y tenía que ser reemplazado o no se utilizaba por falta de repuestos que tienen que ser importados. Además, falta un adecuado mantenimiento que produce numerosas interrupciones. Es deficiente el abastecimiento de componentes como clavos, tornillos, colas, barnices, cerrojos, bisagras, tapizados, etc. ya que tienen que ser importados. Las carpinterías suelen ser fuentes suplementarias de ingresos a la agricultura, por lo que reciben una atención limitada. Hay cortes en los cortes en el suministro eléctrico, que producen daños en los equipos. En algunas zonas, no hay electricidad.

El gobierno tanzano creó en 1966, la Corporación Nacional para el Desarrollo (NSCIC) para promocionar las pequeñas industrias. Debido a la deficiente planificación, a la falta de una red de extensión y a su ineficiencia, la NSCIC fue reemplazada por la Organización para el Desarrollo de las Industrias a Pequeña Escala (SIDO) en 1973. Para establecer un servicio de extensión industrial descentralizado, nombraron a un responsable en cada región, que recibe apoyo de economistas y de ingenieros industriales. SIDO ofrece los servicios a los pequeños empresarios ya establecidos, de consultoría, entrenamiento y una solución a los problemas planteados. Dispone de centros de entrenamiento con producción, donde los empresarios

reciben enseñanza en campos tan diversos como son la conservación y el envasado de frutas y verduras, automoción, electricidad, fontanería, carpintería, construcciones mecánicas (torno), etc.

Ante la panorámica existente, el proceso de fabricación de la válvula de apertura y cierre, como anteriormente se ha comentado, debe ser en principio, un proceso artesanal con el fin de que sean las comunidades las que den respuesta a sus propias necesidades relativas, en este caso, al mantenimiento, fabricación y/o sustitución de la válvula. Por otra parte, que el proceso de fabricación sea artesanal conlleva otras ventajas sociales, y es que se refuerza el empoderamiento de las comunidades sobre la instalación de abastecimiento de agua, al sentir la válvula como un elemento de su propiedad; y además, con los conocimientos y las habilidades adquiridos, se crearía un germen de tecnológico, base de un verdadero desarrollo.

4.2.- Estudio preliminar de costes

La válvula de estudio, como se ha indicado con anterioridad, está destinada su utilización y fabricación, a comunidades aisladas. La economía en estas comunidades es de subsistencia. La fabricación de la válvula se plantea como una ayuda a la economía familiar o de la comunidad, por tanto no se puede hablar de precio hora de trabajo, ni tampoco del precio de la materia prima, ya que ésta la tienen disponible en la propia comunidad. Más adelante se realiza un estudio estimativo del coste.

4.3.- Modelo virtual con asignación de materiales

La propuesta definitiva consta de tres piezas que por orden de montaje son:

- 1.- Cuerpo
- 2.- Órgano de maniobra
- 3.- Vástago de accionamiento

1.- Cuerpo

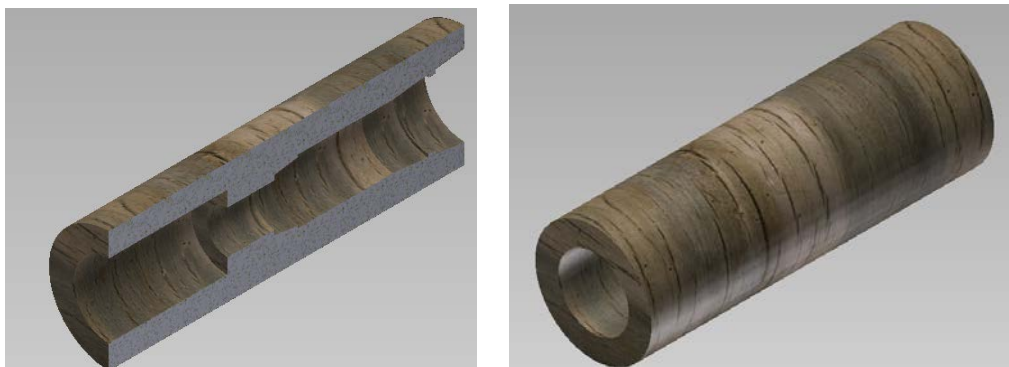


Figura 110. Cuerpo, propuesta 4 mejorada. Modelado

2.- Órgano de maniobra



Figura 111. Órgano de maniobra, propuesta 4 mejorada. Modelado

3.- Vástago de accionamiento



Figura 112. Vástago de accionamiento, propuesta 4 mejorada. Modelado

El conjunto de la válvula se muestra a continuación en las posiciones extremas.



Figura 113. Conjunto cerrado, propuesta 4 mejorada. Modelado



Figura 114. Conjunto abierto, propuesta 4 mejorada. Modelado

4.4.- Fabricación del prototipo

El modelo físico se realiza con madera de acacia blanca (*Robinia Pseudoacacia L.*). Se elige esta madera [72] porque es muy dura y resistente a la intemperie, y es utilizada en la fabricación de cercas y de muebles (uso tradicional en Chile y Argentina).

En la fabricación del modelo físico se han utilizado maquinaria y herramientas que no son las que se utilizan en el mecanizado de la madera, por tanto se ha trabajado con sumo cuidado para la obtención del modelo, ya que se desconocía la respuesta del material.

A partir de los dibujos del apartado 3.3. (Elección definitiva. Bocetos preliminares), se sierra la madera en trozos con unas medidas aproximadas a las de las piezas a obtener: 170, 150 y 100mm (figura 115).

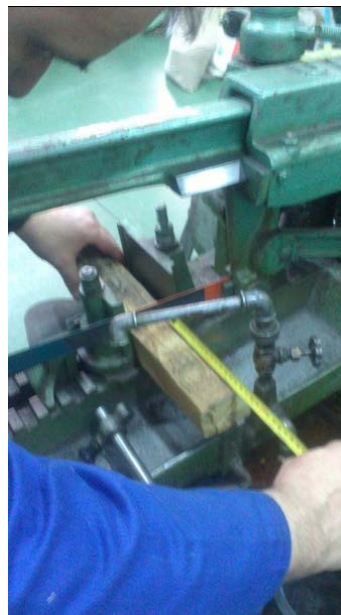


Figura 115. Cortado de la madera

En la fabricación del cuerpo se utilizó casi exclusivamente el torno.

a.- Se marca el centro de las dos caras de forma aproximada y con la ayuda del berbiquí se hace un agujero para colocar el contrapunto. Se realiza un cilindrado de 30mm aproximadamente, para proporcionar una mejor superficie de agarre (figura 116). Debido a que el contorno de la madera es irregular, se clava un clavo en una de las bases en donde se va a realizar el agarre, para que la pieza sea más estable y reducir la posibilidad de que si se agarrota en el mecanizado, salga expulsada.



Figura 116. Cilindrado de 30 mm

b.- Se desbasta y se cilindra a 51mm por ambos lados (figura 117).



Figura 117. Cilindrado a 51 mm

c.- Se taladra a 18mm. Aunque el taladro es pasante, no se realiza pasante, debido a las limitaciones dimensionales de la herramienta (figura 118).



Figura 118. Taladrado a 18 mm

d.- Se mide (figura 119). Se observa la respuesta de la madera ante el mecanizado.



Figura 119. Medida del diámetro de 18 mm

e.- Se rectifica la cara exterior (figura 120).



Figura 120. Rectificación de la cara exterior

f.- Cilindrado interior a 31 de diámetro por 50 de profundidad (figura 121).



Figura 121. Cilindrado interior 31x50

g.- Lijado interior y exterior. Cambio de posición de la pieza en el torno (figura 122).



Figura 122. Lijado superficies

h.- Colocación de una chapa alrededor de la madera para que las garras del torno no dejen marcas y se procede a realizar el cono de la entrada y el asiento de la válvula (figura 123).



Figura 123. Tallado de los conos interiores

A continuación, se explica el proceso de fabricación del vástago de accionamiento:

- a.- Se marca el centro de las dos caras de forma aproximada y con la ayuda del berbiquí se hace un agujero para colocar el contrapunto.
- b.- Se cilindra 30mm para que las garras hagan mejor agarre a un diámetro superior a 18mm.
- c.- Se da la vuelta al material. Se cilindra a 18mm de diámetro por 75mm de longitud (figura 124).



Figura 124. Cilindrado 18x75

d.- Se da la vuelta a la pieza y se cilindra por el otro extremo a 25mm de diámetro por 13mm de longitud (figura 125).



Figura 125. Cilindrado 25x13

e.- Se da la vuelta a la pieza y se taladra a 8mm. Se disminuyó el diámetro respecto del boceto por temor a que se rompiera la pieza dado su tamaño, al desconocer la respuesta del material utilizado (figura 126).



Figura 126. Taladrado a 8mm de diámetro por 65mm de profundidad

f.- Taladro lateral pasante de diámetro 8mm, con la taladradora (figura 127).



Figura 127. Taladro pasante lateral de 8 mm de diámetro

g.- Tallado de los conos: de conexión con el órgano de maniobra y el cono de la válvula.

Por último, se expone el proceso de fabricación del órgano de maniobra:

a.- Desbastado y cilindrado de agarre.

b.- Dar la vuelta a la pieza y cilindrado a 29mm diámetro por 130mm de longitud (figura 128).



Figura 128. Cilindrado de 29mm de diámetro por 130mm de longitud

c.- Se da la vuelta a la pieza y se acaba de cilindrar (figura 129).



Figura 129. Cilindrado

d.- Se rectifica la cara, se realiza el taladro de diámetro 10mm y se hace el cono (figura 130).



Figura 130. Cono

e.- Se da la vuelta a la pieza y se acaba de hacer el taladro de diámetro 10mm ya que este es pasante (figura 131).



Figura 131. Taladrado de 10mm de diámetro

f.- Se rectifica la cara (figura 132).



Figura 132. Rectificado de la cara

El proceso de fabricación finaliza, siendo el resultado el mostrado en la figura 133.



Figura 133. Modelo de la Válvula

4.5.- Ensayos experimentales y evaluación

Debido a que el material utilizado en su fabricación es madera, antes de realizar el ensayo, se le aplica un tratamiento superficial a base de aceite de semillas para evitar deformaciones debidas a la absorción de agua. Este tratamiento es común en proyectos de desarrollo, y se aplica a los casquillos utilizados en la Bomba de Mecate para engrasarlos y protegerlos de la humedad [2] a pesar de la alta calidad de la madera. La explicación es que si los poros de la madera se llenan de aceite, no tiene cabida en ellos el agua, por tanto, al no estar presente en las fibras de la madera, ésta no se hincha. Se utiliza aceite de semillas, porque no es tóxico para la salud y es un producto muy accesible en Kigoma ya que son productores (aceite de palma). Hay que tener en cuenta que la madera utilizada para realizar el prototipo no es la que disponen en Kigoma y que se realiza el prototipo para estudiar sus propiedades mecánicas. La impregnación de la madera depende de si la madera es de albura o de duramen, teniendo la madera de albura mayor capacidad de impregnación que la de duramen. Por otra parte, es sabido que se hincha más si se mecaniza en la dirección de las fibras de la madera.

Se procede de la siguiente manera:

a.- Se introducen las partes de la válvula (sin junta) en aceite de semillas con el aceite a temperatura ambiente, y se eleva ésta lentamente hasta 38C. La duración de todo el proceso es de 15 minutos, con el fin de que el aceite sea más fluido y la impregnación mayor (figura 117).

b.- Se eleva la temperatura a 50C y se mantiene durante 2 minutos. Hay que tener precaución en este proceso ya que se corre el riesgo de que la madera, al ser un producto natural, se cuezan las fibras y como resultado, aparezcan fisuras en su superficie (figura 134).



Figura 134. Baño de aceite



Figura 135. Baño de aceite. Temperatura 50C

El resultado del baño se muestra en la figura 136.



Figura 136. Resultado del baño de aceite

Se observa que con el revestimiento de baño de aceite, las piezas de la válvula no presentan defectos superficiales.

Se realizan dos ensayos a 0,25bar y a 0,8bar con la válvula cerrada. En el primer ensayo se observan pérdidas de agua por la unión de la válvula a la tubería. Ésta unión se ha realizado con cámara de bicicleta de 0,8mm de espesor (figura 137). Se prueba sin junta en el vástago de accionamiento, por si acaso esta no es necesaria. Se consigue que la válvula cierre de forma automática con la presión. Se mide un caudal de 2 litros a los 30s (figura 138). También se miden unas pérdidas de agua de 0,2 litros en 30s, debido a la falta de estanqueidad entre el cuerpo y el vástago de accionamiento.



Figura 137. Unión de la válvula con la tubería



Figura 138. Chorro a 2,5bar

Se incorpora la junta artesana al vástago de accionamiento para evitar las pérdidas de agua con la válvula cerrada. Se observa que se sigue produciendo pérdida de agua incluso con junta y esto es debido a que las superficies laterales de las juntas deben quedar lisas en su acabado (figura 139).



Figura 139. Fabricación de la junta

Para continuar con los ensayos de la válvula y conocer su funcionamiento, se mejora la unión con la toma de agua, mediante un tubo de $\frac{3}{4}$ " roscado exteriormente, buscando un comportamiento autoterrajante de la rosca del tubo sobre la madera. Este tubo correspondería al extremo de la tubería del sistema de abastecimiento de agua. Por tanto, la válvula se roscaría a dicha tubería. La profundidad de roscado debe ser tal que no llegue a bloquear la carrera del vástago de accionamiento impidiendo que salga el agua. Se opta por una junta comercial. Este segundo ensayo se realiza a una presión de 0,8bar a 1bar siendo ésta una presión residual habitual en puntos de agua de proyectos de cooperación al desarrollo. Se obtiene un caudal de 1 litro a los 30 segundos. No hay pérdidas de agua con la

válvula cerrada y se pierde el cierre automático (figuras 140-142). La disminución del caudal y la pérdida del cierre automático se puede atribuir a que la tubería esté muy próxima al vástago de accionamiento y que impida el paso de agua, y a deformaciones del material.



Figura 140. Grifo en el banco de pruebas



Figura 141. Grifo en el banco de pruebas



Figura 142. Medida del caudal

Recapitulando los criterios expuestos en el apartado 3.- Propuesta de diseño conceptual, y comparándolos con los resultados de la válvula de estudio, se tiene:

Criterios según normativa:

a.- Debe tener una protección sobre toda fuente de contaminación exterior para que ningún contaminante pueda entrar en la instalación.

Se ha conseguido al no haber contacto entre el agua y la parte exterior del grifo.

b.- El material de la válvula debe ser compatible con la válvula y con todas las sustancias que pueden estar en contacto con la misma. Si es necesario, el material debe protegerse con algún revestimiento.

La madera puede utilizarse como material para la fabricación de la válvula, debiéndose elegir una madera que sea resistente al agua.

c.- No debe producirse estancamiento del agua ya que puede haber una proliferación de bacterias. El estancamiento puede deteriorar el material de la válvula. Conviene mantener siempre limpia la válvula y cambiarla en caso de deterioro.

En la propuesta de válvula mejorada se eliminaron los recovecos. En el prototipo se hicieron unas marcas para que la mano, al accionar el mando de maniobra no resbalase. Estas marcas son un foco de bacterias. Conviene eliminarlas.

d.- La válvula debe ser de fácil acceso y estar instalada en un entorno aireado protegido contra una temperatura excesiva.

La posición de trabajo de la válvula puede ser horizontal o vertical. La fuerza necesaria para su accionamiento puede resultar adecuada para el accionamiento por niños.

e.- El cierre de la válvula se produce de forma natural por la presión ejercida por el agua de la instalación para evitar el vaciado del depósito y/o la pérdida de presión del sistema de abastecimiento.

Se debería repetir el prototipo con una madera tropical para asegurarse el correcto funcionamiento del mismo. Además, se debería probar con un cierre cilíndrico con junta, evitando las uniones cónicas ya que la fabricación se simplificaría.

f.- Las dimensiones del dispositivo se deben corresponder a las dimensiones del sistema al que está conectado, es decir, las dimensiones de la válvula estarán limitadas a las de la tubería a la que debe conectarse (3/4" ó 1/2").

El diseño de la válvula está en función del diámetro de la tubería. A mayor diámetro mayor flujo.

g.- El punto de agua deberá tener una llave de paso que permita el mantenimiento y cambio de la válvula.

h.- La válvula no debe presentar aristas vivas.

Por la propia naturaleza del material utilizado, la madera, la válvula no presenta aristas vivas importantes, tendiendo por su uso éstas, a redondearse.

i.- Estanqueidad. Deben utilizarse juntas con holguras adecuadas.

La estanqueidad se ha conseguido con juntas. No hay pérdidas de agua con la válvula cerrada.

j.- El orificio del caño no debe permitir el remonte del agua sobre las partes exteriores de la válvula.

En la válvula, por la trayectoria del chorro de agua, esta no remonta sobre las partes exteriores de la válvula.

k.- En el montaje de la válvula a la tubería deben utilizarse juntas apropiadas para asegurar que no haya pérdidas de agua.

La unión entre la válvula y la tubería de abastecimiento se ha resuelto mediante una rosca exterior tallada en dicha tubería, siendo el resultado bueno al no producirse fugas en la unión.

l.- El material de fabricación no debe presentar ningún peligro para la salud pública. No debe alterar las propiedades del agua: olor, color, calidad, aspecto y gusto.

La madera tropical lo cumple.

m.- El material no debe sufrir alteraciones que afecte al funcionamiento del grifo.

Hay maderas tropicales que son muy resistentes al agua y no se deforman.

n.- El material debe ser resistente a la presión de trabajo.

Hay que tener en cuenta que las presiones utilizadas en los proyectos de abastecimiento de agua por gravedad en cooperación, no son altas. El prototipo ha resistido 8mca.

o.- Se diseñará según caudal necesario.

Básicamente, los puntos de agua son utilizados por mujeres y niños. Estas llenan cubos de 25l. Se tardaría en llenar un cubo 12,5 minutos (25 l·min/2l).

p.- Tener en cuenta la dispersión del chorro ya que es importante para el llenado de los cubos y la ubicación de los mismos.

La válvula no presenta dispersión en el chorro.

Además, se calculará el número de válvulas a instalar para cumplir la Nacional Water Policy de la República de Tanzania [60], que fija el número de usuarios (250 personas) y los litros per cápita (25litros/persona/día), por cada punto de agua.

Básicamente, los puntos de agua son utilizados por mujeres y niños. Estas llenan cubos de 25l. Tardarían en llenar el cubo 12,5 minutos. 9 mujeres llenarían el cubo en 1 hora. En 10 horas, 48 mujeres. Como para cada punto de agua, según la NAWAPO, se debe diseñar para dar servicio a 250 personas, se deberían poner 5,2 grifos por cada punto de agua.

Criterios de usabilidad:

a.- Compatibilidad de usuario, de producto, de tareas y de procesos: facilidad de uso, y en este caso de fabricación.

La válvula es de fácil uso (traslación del mando) y de fabricación mediante técnica artesanal.

b.- Consistencia y robustez. Es importante que no sea sensible a los errores de utilización.

El manejo de la válvula es tan sencillo que prácticamente es imposible un error en la utilización.

c.- Familiaridad. Similitud con sistemas conocidos y fáciles de utilizar.

d.- Simplicidad. Simplicidad para que sea más fácil utilizarlo.

e.- Manipulación directa. El usuario debe poder manipular de forma directa los elementos del sistema.

f.- Control. El usuario debe tener en todo momento el control del sistema.

g.- Flexibilidad. El sistema debe ser flexible para poder adaptarse a distintos tipos de usuarios.

Se debería en ciertos casos, según la presión, buscarse una solución (doblado de la tubería de abastecimiento antes de la salida de agua) para reducir la presión en los puntos de agua, para hacer accesibles las válvulas a los niños.

h.- Sensibilidad y retroalimentación. El sistema debe interactuar con el usuario.

Con el tiempo y con las herramientas necesarias, los usuarios podrán mejorar el diseño de la válvula o incluso realizar diseños nuevos.

i.- Tecnología invisible. Cualquier tipo de tecnología utilizada en el sistema debe ser invisible para el usuario, sin tener una relación directa la complejidad de la misma con el manejo.

La tecnología utilizada es muy sencilla aunque es cierto que es invisible para los usuarios cuando la válvula está montada.

j.- Protección. Los elementos del sistema deben estar a salvo de intrusos.

El vástago de accionamiento está a salvo de los intrusos, aunque no el mando de maniobra.

k.- Facilidad de aprendizaje y facilidad de uso. El usuario debe poder utilizar el sistema fácilmente.

La única limitación que puede presentar es la presión que no debe ser alta para poder accionarlo.

Criterios de fabricación:

a.- Materiales que no estén disponibles fácilmente en su entorno.

La madera recomendada es de fácil acceso.

b.- Elementos estandarizados (elementos de unión y juntas comerciales).

La junta de unión, la podrían fabricar ellos mismos.

c.- Productos industriales (adhesivos).

No se utilizan adhesivos.

d.- Tratamientos superficiales como productos protectores del material, industriales.

El tratamiento superficial utilizado es el aceite de semillas.

Además en el diseño se tendrán que considerar los siguientes aspectos generales:

a.- El número de piezas del conjunto será el mínimo posible, para reducir las operaciones de trabajo y la fiabilidad del grifo.

La válvula está formada por cuatro piezas.

b.- Sustituir las uniones desmontables por ajustes a presión.

La unión con la tubería de abastecimiento se realizó por medio de una junta y de una unión cónica, pero como se ha explicado con anterioridad, no soportó la presión. Se debería probar con la solución que en el siguiente punto se indica.

c.- Desmontaje sencillo para facilitar el mantenimiento o la reparación.

El desmontaje es sencillo ya que no hay piezas con ajustes, ni uniones desmontables fijas.

d.- Reducir la variedad de las herramientas.

Las herramientas utilizadas como ya se ha indicado son relativamente pocas. Además, se utilizarían para realizar otros objetos.

e.- Especificar en los planos el mayor número de datos técnicos y gráficos (cotas, materiales, etc.), necesarios para la fabricación.

En este caso concreto, al no ser un producto sometido a una producción industrial, y ser un producto artesanal, que va a ser fabricado por una persona con pocos conocimientos técnicos, es posible que fuese conveniente que el dibujo fuese un croquis con anotaciones a mano sobre los requerimientos técnicos.

4.6.- Análisis y rediseño de la solución adoptada. Bocetos definitivos

Se realiza un rediseño del cuerpo. A continuación se muestran los bocetos del cuerpo (figura 143) y el conjunto de la válvula en posición abierta (figura 144) y cerrada (figura 145).

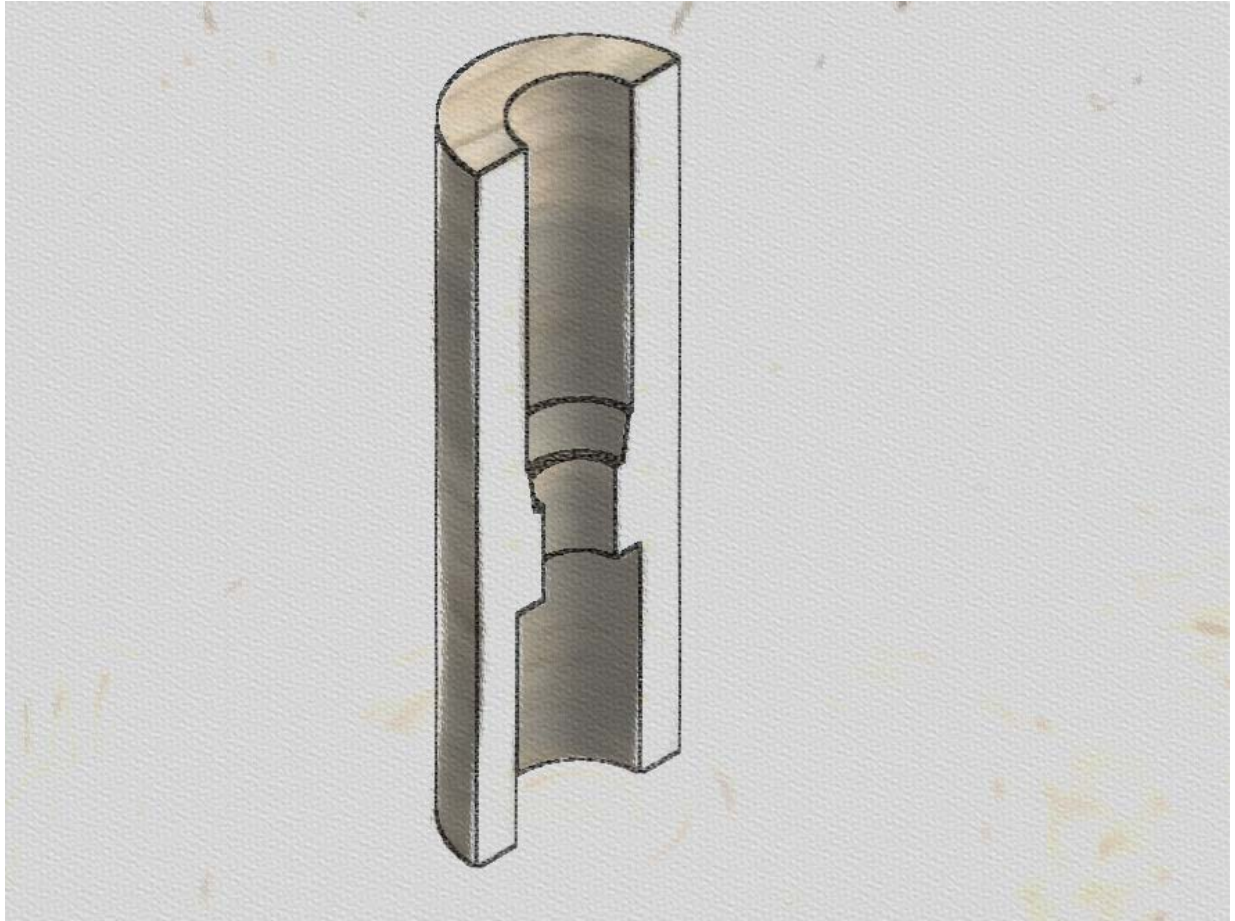


Figura 143. Cuerpo de la válvula modificado

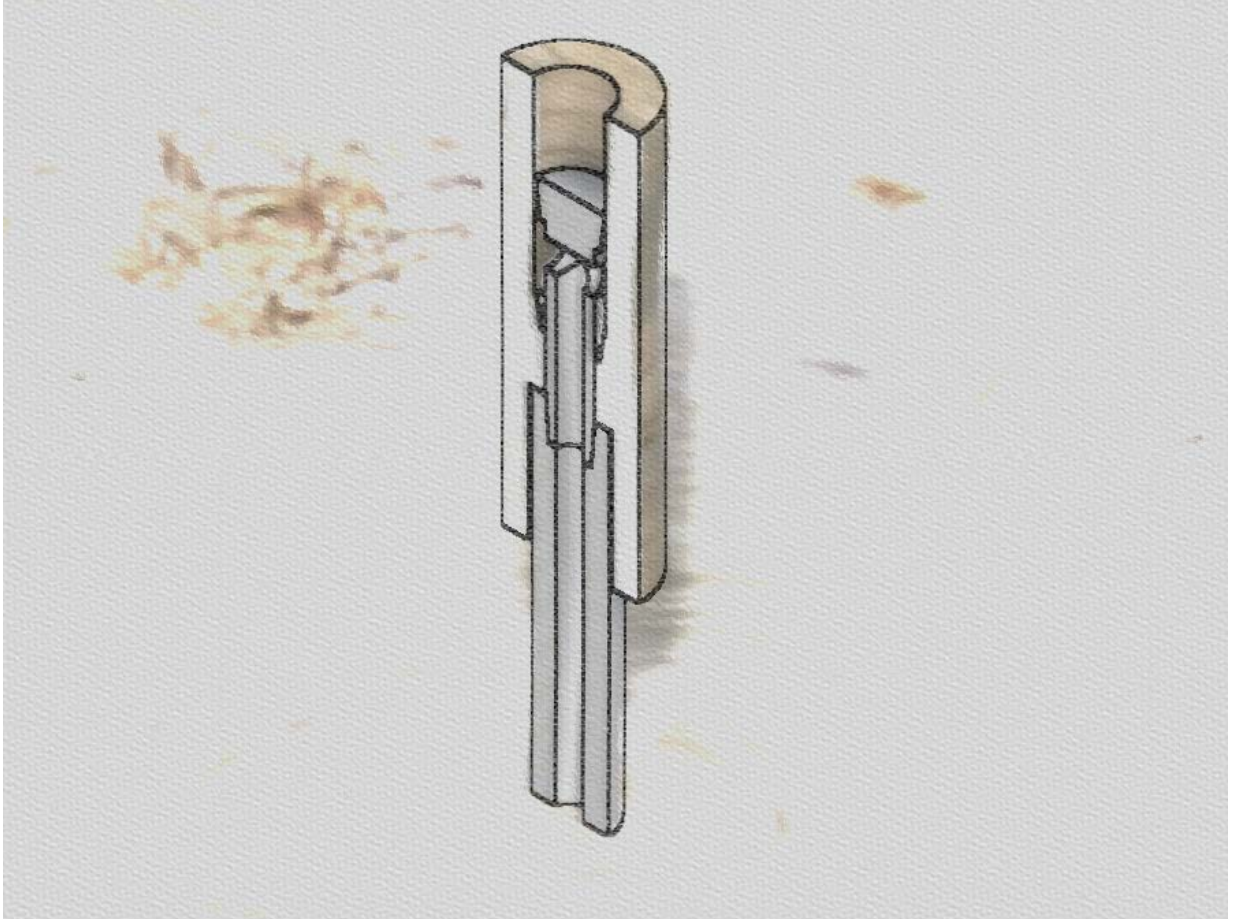


Figura 144. Válvula abierta

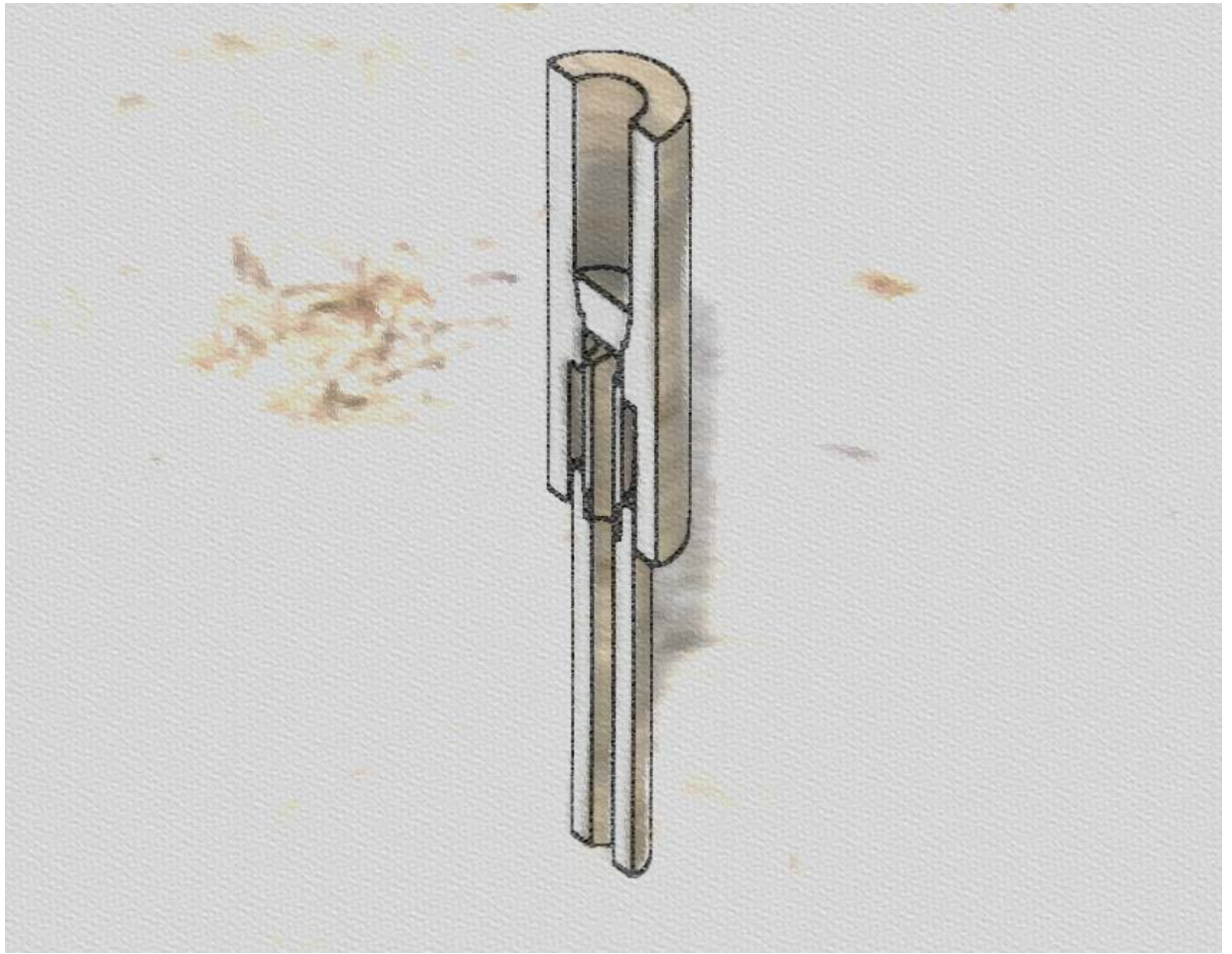


Figura 145. Válvula cerrada

5.-Diseño de detalle

5.1.- Documentación gráfica

En el Anexo 3 se encuentran los planos de la válvula con las mejoras incorporadas.

Relación de planos:

- VV-0A Válvula abierta
- VV-01 Vástago de accionamiento
- VV-02 Junta de goma
- VV-03 Cuerpo
- VV-04 Órgano de accionamiento

5.2.- Documentación de fabricación y de montaje

Debido a que el entorno en donde se va a fabricar la válvula es de bajo desarrollo, es adecuado pensar en utilizar un proceso de fabricación que no dependa de la electricidad. Por este motivo se investiga en los procesos de fabricación en los siglos anteriores al siglo XX, cuando no existía esa dependencia. El resultado de dicha investigación es un ingenio de madera: el torno de cuerda o conqueiro, que aparece en tratados de Arqueología Industrial.

Para la fabricación de la válvula se utilizarán las siguientes herramientas: para los desbastados el hacha, la maza y la sierra; para los cilindrados el torno de cuerda y la gubia, principalmente; y para los agujeros el berbiquí.

El torno de cuerda (figura 146) es un torno artesanal utilizado hasta finales del siglo XIX en España. Actualmente se utiliza de forma artesanal en Asturias, aunque también se utiliza en otras partes del mundo. El torno de cuerda es impulsado de forma mecánica mediante una manivela accionada por el pie que transmite un movimiento alternativo de rotación a un eje-cabezal que porta la madera a tornear [73].

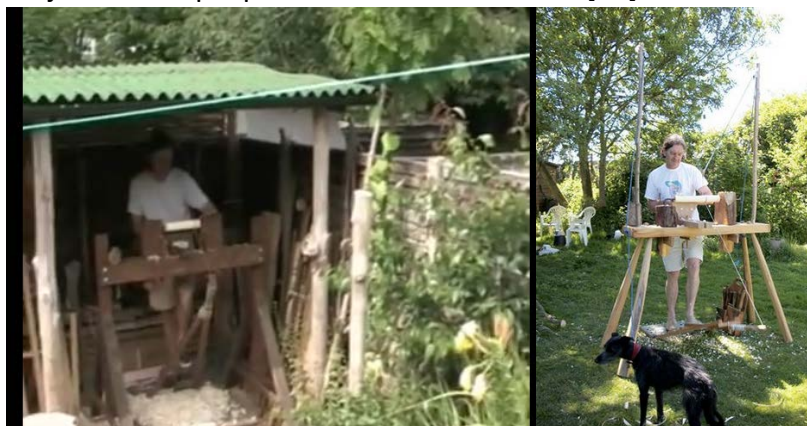


Figura 146. Torno de cuerda

La secuencia en la fabricación es:

a.- Cortar la madera a un tamaño adecuado según las piezas a trabajar (figura 147).



Figura 147. Corte del tronco

b.- Desbastar la madera con una azuela (figura 148).



Figura 148. Desbastado de la madera

c.- Obtención del trozo de madera a trabajar según medidas (figura 149).



Figura 149. Medida y corte

d.- Desbastado de la madera para acercarse a la forma final con azuela (figura 150).



Figura 150. Medida y corte

e.- Acercamiento al cilindrado con desbastadora (figura 151).



Figura 151. Medida y corte

d.- Fijado de la madera en torno de cuerda (figuras 152-155).



Figura 152. Enrollado de la cuerda del torno de cuerda



Figura 153. Fijado en el punto y en el contrapunto del torno de cuerda

e.- Cilindrado con gubia (figuras 154-155).



Figura 154. Cilindrado de un extremo



Figura 155. Cilindrado del otro extremo

f.- Taladrado con berbiquí (figura 156).



Figura 156. Taladro

6.- ESTUDIO ECONÓMICO

No es objetivo de este trabajo la producción industrial de la válvula. Se realiza una estimación del coste a partir de la fabricación en taller del prototipo. El prototipo de la válvula se ha fabricado utilizando maquinaria eléctrica: sierra, torno *Cumbre* y taladro; a pesar de esto, ni la maquinaria ni las herramientas utilizadas han sido las apropiadas para el trabajo con madera. En este sentido, se supone más viable y real el planteamiento del estudio económico considerando la realización de los trabajos con herramientas manuales.

Los recursos necesarios para la fabricación de la válvula y que hay que tener en cuenta para estimar el coste son:

a.- Materia prima.

Para la fabricación de la válvula son necesarios $0,01 \text{ m}^3$ de madera tropical.

b.- Puesto de trabajo.

El puesto de trabajo consta del torno de cuerda. En su fabricación son necesarios aproximadamente $0,2 \text{ m}^3$ de madera y 6m de cuerda. El tiempo estimado en su fabricación es de 2h.

c.- Mano de obra directa.

Para obtener una estimación del tiempo utilizado en la fabricación de la válvula, se toma el tiempo empleado en la fabricación del prototipo sin una optimización del proceso de fabricación y sin utilizar las herramientas y maquinaria necesaria para trabajar con la madera.

Los costes implicados desde el punto de vista de una fabricación industrial serían solo los costes directos: coste de la materia prima, coste de funcionamiento del puesto de trabajo y mano de obra.

a.- Coste de la materia prima.

Los $0,01 \text{ m}^3$ de madera, necesarios para la fabricación de la válvula está disponible en la materia arbustiva que rodea la aldea, no se considera el coste.

b.- Coste del funcionamiento del puesto de trabajo.

Suponiendo unos medios de fabricación artesanal, similares a los tornos existentes en Europa, Sudamérica, etc. el coste de amortización de dicha maquinaria sería muy bajo por tanto se puede considerar despreciable o mínimo.

c.- Coste de mano de obra directa.

Se ha empleado 4 horas en la fabricación del prototipo.

El salario hora mínimo en Tanzania es de 512,85 TZS [74] (tabla 10) (0,448 Euros son 1000TZS) [75]. Se ha tomado el salario para sectores genéricos, no especificados en la

tabla. Es posible que el precio hora mínimo de un artesano no se ajuste a esta tabla, y que ocurra lo mismo que con los remedios médicos, que el precio final de la válvula dependa de lo que la comunidad pueda pagar.

$$512,85 \text{ TZS / hora} \times 4 \text{ horas} = 2051,4 \text{ TZS}$$

2051,4 TZS que equivalen a 0,919 euros

Los salarios mínimos en Tanzania, a partir del 01-07-2013 al 30-06-2016

Se espera de revisión.

Información actualizada por última en esta página: 06/02/2014

Las tasas de los salarios mínimos en la tabla son en TZS (Shilling TZ)

Sector	Zona	Importe del salario mínimo por hora	Cantidad de salarios mínimos por día	Salario mínimo por semana	Salario mínimo por la Quincena	Importe del salario mínimo por mes
Servicios de Salud		677.00	5,077.33	30,463.90	60,927.76	132,000.00
Servicios Agrícolas		512.85	3,846.50	23,078.70	46,157.40	100,000.00
Comercio, Industrias y Servicios Comerciales	Comercio, Industria y Comercio	589.80	4,423.40	26,540.50	53,081.00	115,000.00
	Instituciones Financieras	2,051.45	15,385.50	92,314.80	184,629.60	400,000.00
Servicios de Comunicación	Servicios de telecomunicaciones	2,051.45	15,385.80	92,314.80	184,629.60	400,000.00
Servicios de comunicaciones	Difusión y Medios de comunicación, servicios de correos y mensajería	769.30	5,769.70	34,618.05	69,236.10	150,000.00
Minería	La minería y la prospección de licencias	20,514.45	15,385.80	92,314.40	184,629.60	400,000.00
	Las licencias de minería primaria	1,025.80	7,692.90	46,157.40	91,314.80	200,000.00
	Distribuidores licencias	2,367.10	11,539.35	69,236.10	138,472.20	300,000.00
	Agentes de licencias	1,025.80	7,692.90	46,157.40		200,000.00

Servicios de escuelas privadas (Infantil, Primaria y Secundaria)		718.00	5,385.02	32,310.15	64,620.35	140,000.00
Doméstica y Servicios Hospitalarios	Trabajadores domésticos empleados por diplomáticos y empresarios potenciales	769.30	5,769.70	34,618.05	69,236.10	150,000.00
	Trabajadores domésticos empleados por los funcionarios con derecho	666.70	5,000.40	30,002.30	60,004.60	130,000.00
	Trabajadores domésticos distintos de los empleados por diplomáticos y empresarios potenciales y funcionarios con derecho que no residen en el hogar del empleador	410.30	3,077.15	18,463.00	36,925.90	80,000.00
	Otros trabajadores domésticos					40,000.00
	Potencial y turistas de hotel	1,282.15	9,616.10	57,696.75	115,393.50	250,000.00
	Hoteles Medium	769.30	5,769.65	34,618.05	69,136.10	150,000.00
	Restaurantes, Casas de Huéspedes y Bares	666.70	5,000.40	30,002.30	115,393.50	130,000.00
Servicios de Seguridad Privada	Empresas Internacionales o potenciales de seguridad	769.30	5,769.65	34,618.05	69,136.10	150,000.00
	Las pequeñas empresas	512.85	3,846.50	23,078.70	46,157.40	100,000.00
Servicios de Energía	Empresas Internacionales	2,051.45	15,385.80	92,314.80	184,629.60	400,000.00
	Las pequeñas empresas	769.30	5,769.65	34,618.05	69,136.10	150,000.00
Servicios de Transporte	Servicios de Aviación	1,795.05	13,462.55	80,775.45	161,550.90	300,000.00
	Claro y expedición	1,538.78	11,539.35	69,136.10	138,472.20	300,000.00
	Inland Transport	1,025.80	1,025.80	46,157.40	92,314.80	200,000.00
Servicios de Construcción	Contratista Clase I	1,666.80	12,500.95	75,005.75	150,011.50	325,000.00
	Contratistas Clase II-IV	1,435.05	10,770.05	64,620.35	129,240.70	280,000.00
	Contratistas Clase V-VII	1,282.15	9,616.10	5,769.75	115,393.50	250,000.00
Pesca y Servicios marítimos		1,025.80	7,692.90	46,157.40	92,314.80	200,000.00
Otros sectores no mencionados anteriormente		512.85	38,446.45	23,078.70	46,157.40	100,000.00

Notas / Nota

1. Fecha de la próxima revisión de los salarios mínimos las tasas no es anunciado por el Gobierno. Sin embargo, se espera que los salarios actuales para durar tres años siguientes (hasta 2016).
2. Cálculo de Payperiod - De acuerdo con el artículo 19 de la Ley de Empleo y Relaciones Laborales, 2004
 - Salario por día - La tarifa diaria se calcula sobre la base de 9 obras de horas en un día
 - Salario por semana - precio por semana se calcula sobre la base de 45 horas en una semana o 6 días de trabajo en un wee
 - Salario por quincena - tasa quincenal se calcula sobre la base de 90 horas o 12 días de trabajo
 - Salario por mes - Precio mensual se calcula sobre la base de 26 días de trabajo al mes o 234 horas en un mes.

Esta página es mantenida por Mywage.org / Tanzania y Fundación WageIndicator.

Tabla 8. Salarios mínimos en Tanzania

7.- CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS

En este proyecto se ha propuesto una solución a un problema en cooperación para el desarrollo:

- que los puntos de agua no dejen de ser funcionales debido a las características operativas del grifo y por tanto que no sean abandonados
- la falta de sentimiento de propiedad de los sistemas de abastecimiento de agua

La solución propuesta consiste en el diseño y fabricación de una válvula de apertura y cierre para un punto de agua, teniendo en cuenta las consideraciones técnico-económicas que lo hagan posible.

A pesar de las posibles carencias del diseño que se presenta en este trabajo, sin embargo, se ha alcanzado un importante objetivo como es demostrar que mediante las tecnologías sociales y materiales locales se puede contribuir a la mejora en el acceso al agua. Se ha conseguido realizar un diseño muy sencillo de la válvula, tanto por su forma, funcionamiento, mantenimiento, como por su fabricación.

Respecto a la fabricación, al tratarse de comunidades aisladas, se ha dado una solución tecnológica no dependiente de la corriente eléctrica y adecuada para su nivel de desarrollo.

La introducción del torno de cuerda, puede repercutir positivamente en la economía familiar y de la comunidad, ya que se puede ampliar la gama de objetos a fabricar con el mismo, y venderlos en mercados locales.

Por otra parte, al utilizar un material autóctono, como es la madera, y al tener los usuarios la posibilidad de su fabricación y montaje del conjunto, y su mantenimiento, se llega a la conclusión que puede reforzar el empoderamiento sobre el sistema de abastecimiento de agua, al considerarlo como propio.

Queda pendiente, la implementación real del proyecto, tanto de la válvula como de su fabricación en la zona.

Por último, como desarrollos futuros se debe:

- Poner más hincapié en el diseño ergonómico del punto de agua.
- Colocar más puntos de agua con más válvulas, más cercanos a las viviendas.
- Dar la posibilidad de tener puntos de agua en las viviendas para que los propietarios lo gestionen.
- Realizar un programa de formación práctico sobre instalaciones de abastecimiento de agua en la zona, con posibilidad de asesoramiento técnico a lo largo del tiempo.

10.- BIBLIOGRAFÍA

[1] Mancebo Piqueras, J. A.; Jiménez Fernández de Palencia, A. Formación en hidráulica aplicada al desarrollo. Experiencias en la EUIT Industrial (UPM). V Congreso Nacional de la Ingeniería Civil. Sevilla, 26 - 28 noviembre 2007. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. ISBN: 978-84-380-0363-3

[2] Hotslag, H. Primeras Jornadas Internacionales sobre Bombas Manuales y de Ariete. ETSIDI – UPM; 2013. Presentación PowerPoint.

Disponible en web:

<<http://www.etsidi.upm.es/EUITIndustrial/Escuela/CoopDesarrollo>>. [Consulta: 3-03-2014]

[3] Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. División de Desarrollo Sostenible. ONU. Programa 21. Capítulo 18. Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce: aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenación y uso de los recursos de agua dulce. 1992.

Disponible en web:

<<http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter18.htm>>. [Consulta: 3-03-2014]

[4] Recomendaciones de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el agua. Mar del Plata. 1977; 3313-3321.

Disponible en web:

<<http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/1/356/54.pdf>>. [Consulta: 3-03-2014]

[5] Jiménez, A., Pérez-Foguet, A. The relationship between technology and functionality of rural water points: evidence from Tanzania. Source: WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY. 2011; 948-955

[6] Water point mapping. The experience of SNV Tanzania. 2010.

Disponible en web:

<http://www.snvworld.org/sites/www.snvworld.org/files/publications/water_point_mapping-_the_experience_of_snv_tanzania1.pdf>. [Consulta: 3-03-2014]

[7] MSABI

MSABI es un acrónimo de “*Maji Safi kwa Afya Bora Ifakara*”, un término swahili que significa: agua segura para una mejor salud. MSABI es una asociación tanzana, que se dedica a la instalación de puntos de agua con bombas de mecate, calidad de agua, filtros, saneamiento, capacitación de la comunidad, etc.

<<http://msabi.org/>>

[8] Ecolution-a

Ecolution-a es una asociación sin ánimo de lucro; creada en 2010 para la divulgación de técnicas, conocimientos y tecnologías que promuevan un cambio social ecológico, autogestionado y sostenible. Trabaja con la Plataforma por un Nuevo Modelo Energético, Intiam Ruai, ONG's (ONGAWA, SER y Acción Contra el Hambre) y con el Grupo de Cooperación Sistemas de Agua y Saneamiento para el desarrollo de la UPM.
<<http://ecolotiona.blogspot.com.es/p/ecolotion-es-una-asociacion-sin-animo.html>>

[9] Lorenzo Yerga, J. L., Mancebo Piqueras, J. A. Evaluación técnica (fase III y elementos de FII y FIV). Programa hidro-sanitario en Kigoma, Tanzania. Grupo de Cooperación Sistemas de Agua y Saneamiento para el Desarrollo. EUITI – UPM. 2008

[10] ISF

ISF es el acrónimo de Ingeniería Sin Fronteras. ISF es una asociación de cooperación para el desarrollo multidisciplinar, formada por profesionales, docentes y estudiantes, que trabaja para garantizar el acceso universal a los servicios básicos, acompañando el cambio social y el fortalecimiento de las poblaciones del Sur, respetando siempre las características culturales y técnicas. Creada en 1990 por un grupo de estudiantes de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid de la Universidad Politécnica de Madrid.
<[https://www.isf.es/menu_isf/isf_identidad.php?\\$sesion_idioma=1&\\$menu=1&identifica=identidad&nombrexml=101](https://www.isf.es/menu_isf/isf_identidad.php?$sesion_idioma=1&$menu=1&identifica=identidad&nombrexml=101)>

[11] ACH

ACH es el acrónimo de Acción contra el Hambre. ACH es una organización humanitaria internacional, neutral e independiente que combate la desnutrición a la vez que garantiza agua y medios de vida seguros a las poblaciones más vulnerables.
<<http://www.accioncontraelhambre.org/>>

[12] Miranda, A. L. Técnicas de fontanería. Reparaciones. Biblioteca de Instalaciones de agua, gas y aire acondicionado. 1995-CEAC. ISBN: 84-329-6513-8

[13] Filtación de agua en una llave de agua de compresión. Grifo de compresión. 2009 Disponible en web:
< http://tipscasa.blogspot.com.es/2009_03_03_archive.html>. [Consulta: 3-03-2014]

[14] Intermon Oxfam

Intermon Oxfam es una organización no gubernamental de cooperación para el desarrollo (ONGD) que centra sus actividades en ofrecer una respuesta integral al reto de la pobreza y la injusticia para que todos los seres humanos puedan ejercer plenamente sus derechos.
<<http://www.oxfamintermon.org/>>

[15] Mapa físico de Tanzania

Disponible en web:
<<http://soymapas.com/mapa-fisico-de-tanzania.html>>. [Consulta: 3-03-2014]

- [16] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Tanzania. UN
Disponible en web:
<<http://www.tz.undp.org/content/tanzania/en/home/countryinfo/#History>>.
[Consulta: 3-03-2014]
- [17] Informes sobre Desarrollo Humano. Acerca de Tanzania. Programa de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo. Datos 2013
Disponible en web: < <http://hdr.undp.org/en/data>>. [Consulta: 3-03-2014]
- [18] Jiménez Fernández de Palencia, A., Vela Plaza, C. Relación entre el acceso al agua y saneamiento y la mejora de la salud. Caso del programa de Ingeniería Sin Fronteras en Tanzania. Expo Zaragoza 2008.
Disponible en web:
<<http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/cajaAzul/21A-S3-P2-Alejandro-JIMENEZACC.pdf>>. [Consulta: 3-03-2014]
- [19] Resumen Informe sobre Desarrollo Humano 2013. El ascenso del Sur: Progreso humano en un mundo diverso. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
Disponible en web:
<http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2013_es_summary_0.pdf>. [Consulta: 3-03-2014]
- [20] VII Convocatoria de ayudas y subvenciones de Cooperación y Solidaridad de la U.P.M. ENTIDAD SOLICITANTE: Ingeniería Sin Fronteras – Asociación para el Desarrollo (ISF-ApD) Título del proyecto: “Fortalecimiento de la gestión comunitaria para dar un servicio eficaz, equitativo y sostenible de abastecimiento de agua en 5 comunidades del distrito de Kigoma rural” País receptor: Tanzania. Localización: Distrito de Kigoma Rural
- [21] DS World’s Lands.
Disponible en web:
< <http://ds-lands.com/photo/cities/kigoma/03/>>. [Consulta: 3-03-2014]
- [22] Blog: Esto es lo que te llevas.
Disponible en web:
<<http://estoeloqueettellevas.blogspot.com.es/2012/02/el-centenario-ferri-liemba-y-su.html>>. [Consulta: 3-03-2014]
- [23] Blog: Wir sind dann mal weg.
Disponible en web:
<<http://ruckh.org/travel/2012/08/the-survival-of-the-fittest/>>. [Consulta: 3-03-2014]
- [24] Informe Nacional de Desarrollo Humano 2012. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
Disponible en web:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Regiones_de_Tanzania_por_IDH>. [Consulta: 3-03-2014]

[25] Página web sobre el clima en el mundo.

Disponible en web:

<<http://www.climatedata.eu/climate.php?loc=tzxx0003&lang=es>> [Consulta: 3-03-2014]

[26] Junta Ejecutiva del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Fondo de Población de las Naciones Unidas. Junta Ejecutiva del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Junta Ejecutiva del Programa Mundial de Alimentos. Proyecto de documento común del programa para la República Unida de Tanzania (junio de 2011 a junio de 2015). 2010.

Disponible en web:

<http://www.unicef.org/about/execboard/files/DP_FPA-ICEF-WFP_DCCP_2011_TZA-1_Tanzania_-_Spanish.pdf>. [Consulta: 3-03-2014]

[27] Programa Mundial de Alimentos. Proyectos que requieren la aprobación de la Junta Ejecutiva. Segundo periodo de sesiones ordinario de la Junta Ejecutiva. Operaciones Prolongadas de Socorro y Recuperación – República Unida de Tanzania 200603. Roma, 4 – 7 de noviembre de 2013.

Disponible en web:

<<http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/eb/wfpdoc062902.pdf>>. [Consulta: 3-03-2014]

[28] Resumen de la Conferencia Internacional sobre los Bosques para la Seguridad Alimentaria y Nutricional. FAO, Roma (Italia), 13 – 15 mayo de 2013

Disponible en web:

<<http://www.fao.org/docrep/019/i3482s/i3482s08.pdf>>. [Consulta: 3-03-2014]

[29] Coordinadores: Pérez Ariaga, J. I., Moreno Romero, A. Tecnología para el desarrollo humano de las comunidades rurales aisladas. Real Academia de Ingeniería. 2011. ISBN: 978-84-95662-44-6

[30] El baño. Una retrospectiva histórica. ROCA

Disponible en web:

<http://www.roca.com.es/showroom/pdf/esp_museu_roca.pdf>. [Consulta: 3-03-2014]

[31] Patrimonio romano de Aragón

Disponible en web:

<<http://catedu.es/aragonromano/canaliza.htm>>. [Consulta: 3-03-2014]

[32] Foto. Museo de San Isidoro de León

[33] Foto. Museo del Agua de Ròmul Gavarró. Igualada. Barcelona

[34] Museo del Foro de Cesaraugusta. Autor de la foto: Roberto Lérida Lafarga. 2008

[35] Egea Vicancos, A. Ingeniería Hidráulica en Cartago Nova: Las tuberías de plomo. Universidad de Murcia. 2002: 167-178

Disponible en web:

<<http://www.cervantesvirtual.com/bib/portal/simulacraromae/cartagena/online/f9.pdf>>. [Consulta: 3-03-2014]

[36] De la Peña Olivas, J. M. V Congreso de las Obras Públicas Romanas. Sistemas romanos de abastecimiento de agua.

Disponible en web:

<http://www.traianvs.net/pdfs/2010_10_delapena.pdf>. [Consulta: 3-03-2014]

[37] Rivas Torres, F. El abastecimiento de agua a Barcelona, desde sus orígenes. Editada Asociación de trabajadores de Aguas de Barcelona. 1997

Disponible en web:

<<http://www.websindical.com/atab/l libre1/abastecimiento.swf>> [Consulta: 3-03-2014]

[38] Ortega Román, J. J. Los nombres del castellano grifo en la Romania. Revista de filología románica, 1997; 14: 411-420.

Disponible en web:

<<http://revistas.ucm.es/index.php/RFRM/article/viewFile/RFRM9797120411A/11995>>. [Consulta: 3-03-2014]

[39] Silva Santa Cruz, Noelia. El Grifo. Revista Digital de Iconografía Medieval, vol. IV. 2012; 8: 45-65. e-ISSN: 2254-853X.

Disponible en web:

<<https://www.ucm.es/data/cont/docs/621-2013-11-21GRIFO.%20Noelia%20Silva%20Santa-Cruz.pdf>>. [Consulta: 3-03-2014]

[40] Museo Della Civiltá Contadina. Valle dell'Aniene. Dimensiones: altura 15,5 cm, longitud. 26,5 cm, circ. 16,5 cm. Se utiliza para ajustar el flujo de vino mediante el giro de la llave

Disponible en web:

<<http://www.scuolanticoli.com/pagemuseo.htm>>. [Consulta: 3-03-2014]

[41] United States Patent Office. Improvement in faucets. Inventor: ALBERT FULLER. Número: 34.419A. Fecha de solicitud: 1862-02-18

Disponible en web:

<<http://www.google.com/patents/US34419>>. [Consulta: 3-03-2014]

[42] Legazpi, J.M. Ingenios de Madera, carpintería mecánica medieval aplicada a la agricultura. Caja de ahorros. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo agrario. Principado de Asturias. 1991. ISBN: 84-7925-012-7

[43] United States Patent Office. Improvement in tbeer-raucets. Inventor: Félix Manz, D. Número: 101966. Fecha de solicitud: 1870-04-12.

Disponible en web:

<<http://www.google.com/patents/US101966>>. [Consulta: 3-03-2014]

[44] United States Patent Office. Faucet. Inventor: Harrison D. Boyer. Número: 540481. Fecha de solicitud: 1895-01-2.

Disponible en web:

<<http://www.google.com/patents/US540481>>. [Consulta: 3-03-2014]

[45] United States Patent Office. Compression faucet and valve. Inventor: Albert S. Hills. Número: 568405. Fecha de solicitud: 1896-01-22.

Disponible en web:

<<http://www.google.com/patents/US568405>>. [Consulta: 3-03-2014]

[46] United States Patent Office. Improvement in faucets. Inventor: John Graham. Número: 197117. Fecha de solicitud: 1877-03-13.

Disponible en web:

<<http://www.google.com/patents/US197117>>. [Consulta: 3-03-2014]

[47] United States Patent Office. Self closing valve. Inventor: Henry T Montgomery. Número: 981787 A. Fecha de solicitud: 1910-08-5.

Disponible en web:

<<http://www.google.com/patents/US981787>>. [Consulta: 3-03-2014]

[48] United States Patent Office. Improvement in water-closets. Inventor: William Bishop. Número: 205036. Fecha de solicitud: 1878-05-25.

Disponible en web:

<<http://www.google.com/patents/US205036>>. [Consulta: 3-03-2014]

[49] United States Patent Office. Ball-cock. Inventor: Owen Jones H. Número: 981570. Fecha de solicitud: 1910-06-14.

Disponible en web:

<<http://www.google.com/patents/US981570>>. [Consulta: 3-03-2014]

[50] United States Patent Office. Improvement in water-closet valves. Inventor: Jacob N. Cubierta. Número: 98153. Fecha de solicitud: 1869-12-1.

Disponible en web:

<<http://www.google.com/patents/US98153>>. [Consulta: 3-03-2014]

[51] United States Patent Office. Valve for insecticide sprays. Inventor: Selden T Williams. Número: 2452215. Fecha de solicitud: 1944-08-5.

Disponible en web:

<<http://www.google.com/patents/US2452215>>. [Consulta: 3-03-2014]

[52] United States Patent Office. Siphon-head for soda-water bottles or the like. Inventor: Josef Victor Fassmann. Número: 710674. Fecha de solicitud: 1901-08-5.

Disponible en web:

<<http://www.google.com/patents/US710674>>. [Consulta: 3-03-2014]

[53] United States Patent Office. Liquid dispenser. Inventor: Holmes Alfred E. Número: 1454284. Fecha de solicitud: 1921-09-3.

Disponible en web:

<<http://www.google.es/patents/US1454284>>. [Consulta: 3-03-2014]

[54] United States Patent Office. Dispensing device. Inventor: Jones Tilman M. Número: 1916513. Fecha de solicitud: 1931-07-30.

Disponible en web:

<<http://www.google.com/patents/us1916513>>. [Consulta: 3-03-2014]

[55] United States Patent Office. Poultry actuated watering device. Inventores: Hideo Nakajima , Kazuo Nakajima , Kimitada Nakajima. Número: 3263652. Fecha de solicitud: 1964-11-30.

Disponible en web:

<<http://www.google.com/patents/US3263652>>. [Consulta: 3-03-2014]

[56] United States Patent Office. Animal drinking devices. Inventor: Edstrom William E. Número: 3550560. Fecha de solicitud: 1969-05-7

Disponible en web:

<<http://www.google.com/patents/US3550560>>. [Consulta: 3-03-2014]

[57] United States Patent Office. Drinking nipple for poultry. Inventor: Spierenburg Gozen. Número: 3669077. Fecha de solicitud: 1969-07-1

Disponible en web:

<<http://www.google.com/patents/US3669077>>. [Consulta: 3-03-2014]

[58] AENOR. Protección contra la contaminación del agua potable en las instalaciones de agua y requisitos generales de los dispositivos para evitar la contaminación por reflujo. UNE-EN 1717. Madrid: AENOR, 2001

[59] AENOR. Grifería sanitaria. Especificaciones técnicas. UNE 19703. Madrid: AENOR: 2003

[60] The United Republic of Tanzania. Nacional Water Policy. July 2002.

Disponible en web:

<<http://www.ewura.go.tz/pdf/NationalWaterPolicy.pdf>>. [Consulta: 3-03-2014]

[61] Zapata Llunch, M. Métodos de evaluación sin usuarios. PID_00176613. Universitat Oberta de Catalunya

[62] Roche, H. y Vejo, C. Métodos cuantitativos aplicados a la administración. Análisis multicriterio en la toma de decisiones. Facultad de Ciencias Económicas y de Administración. Universidad de la República de Uruguay. 2005.

Disponible en web:

<<http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>>.

[Consulta: 3-03-2014]

[63] Cuatrecasas, L. Barcelona. Gestión Integral de la Calidad: Implantación, control y certificación. 2000

[64] Deborah A. Hines, Karlyn Eckman. Indigenous multipurpose trees of Tanzania: Uses and economic benefits for people. Departamento de montes. FAO. ISBN 0-9697075-0-9

Disponible en web:

<<http://www.fao.org/docrep/x5327e/x5327e00.htm#Contents>>. [Consulta: 3-03-2014]

[65] The virtual field herbarium es un sitio web desarrollado bajo el proyecto R7367 del Programa de Investigación Forestal. El programa R7367 fue un proyecto de investigación basado en el Departamento de Ciencias Vegetales de la Universidad de Oxford y financiado por DFID / FRP. Este sitio web, se basa en los herbarios de Oxford.

Disponible en web:

<<http://herbaria.plants.ox.ac.uk/vfh/image/index.php?item=2093>>. [Consulta: 3-03-2014]

[66] Especies de maderas: para carpintería, contrucción y mobiliario. AITIM (Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera). Guindeo Casasús, A.; Kasner Camahco, C.; Medina Gallego, G.; Pedraza Sánchez, F.; De Palacios de Palacios, P.; Arriaga Martitegui, F.; Touza Vázquez, M. 2004. ISBN: 8487381308

Disponible en web:

<<http://books.google.es/books?id=Lep3-hqiO68C&printsec=frontcover&dq=especies+de+madera+para+carpinter%C3%ADa&hl=es&sa=X&ei=r9LTUorKH4WI0QWis4HQAaw&ved=0CEwQ6AEwAA#v=onepage&q=especies%20de%20madera%20para%20carpinter%C3%ADa&f=false>>

[67] Defectos y anomalías de la madera aserrada. Fendas y abolladuras

Disponible en web:

<http://www.infomadera.net/uploads/articulos/archivo_570_16457.pdf?PHPSESSID=bcb37fe611c6ef4e13445d2be714aac>. [Consulta: 3-03-2014]

[68] AITIM, acrónimo de la Asociación de Investigación de las Industrias de la Madera, es una asociación privada sin ánimo de lucro, fundada en 1962. Formada por empresas que trabajan en el sector de la madera.

Disponible en web:

<<http://www.infomadera.net/modulos/aitim.php>>. [Consulta: 3-03-2014]

[69] Maderas Barcemur, S. L. Empresa fundada en 1997, dedicada a la importación y comercialización de la madera y derivados de la misma.

Disponible en web:

<http://www.maderasbarcemur.com/fichas_frondosas%20tropicales.pdf>. [Consulta: 3-03-2014]

[70] Manual sobre la taxonomía de algunas especies de acacia. Departamento de Agricultura. FAO. 1983

Disponible en web:

<<http://www.fao.org/docrep/006/Q2934S/Q2934S05.htm>>. [Consulta: 3-03-2014]

[71] H.M., Mwang'ombola, H. M. Estudio FAO Montes 79: Pequeñas Empresas de Elaboración de Productos del Bosque. Servicios de extensión para las pequeñas industrias: Experiencia en Tanzania. Organización del Desarrollo de Industrias en Pequeña Escala—SICATA Tanzania. 1990. ISBN 92-5-302570-0

Disponible en web:

<<http://www.fao.org/docrep/s8380s/s8380s0o.htm#TopOfPage>>. [Consulta: 3-03-2014]

[72] Keil, G.; Spavento, E.; Murace, M.; Millanes, A. [74] Acacia blanca (*Robinia pseudoacacia* L.) y acacia negra (*Gleditsia triacanthos* L.): aspectos tecnológicos relacionados al empleo en productos de madera maciza. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). ISSN: 1131-7965

Disponible en web:

<<http://revistas.inia.es/index.php/fs/article/viewFile/1868/1475>>. [Consulta: 3-03-2014]

[73] Vídeo sobre el trabajo con torno de cuerda. Pole lathe Spinning Top. Stuart king.

Disponible en web:

<http://www.youtube.com/watch?v=_ZiRIXWUdF0>. [Consulta: 3-03-2014]

[74] *AfricaPay* es parte de una red mundial de sitios web que ofrecen información sobre la transparencia de sueldos, leyes laborales y consejos profesionales, para Ghana, Kenia, Ruanda, Uganda y Tanzania. Son parte de la fundación sin fines de lucro *WageIndicator* que se asocia con las unidades de investigación, instituciones académicas, organizaciones de empleadores y los sindicatos.

<<http://www.africapay.org/tanzania/home/salary/minimum-wages>>. [Consulta: 3-03-2014]

[75] Página web sobre cambio de divisas.

<<http://es.loobiz.com/convertidor/euro+chelin-tanzano>>.

ANEXOS

ANEXO 1

MODELO DE RESPUESTA A LA DEMANDA

El modelo de Respuesta a la Demanda consta de los siguientes elementos [A1-1][A1-2]:

1.- Respuesta a la demanda

La comunidad identifica sus necesidades y formula las peticiones correspondientes, aprobadas por asamblea plenaria. Deben acordarse y aprobarse los compromisos de la comunidad y esta debe realizar una aportación económica como prueba de su voluntad real de participación en el proyecto.

2.- Participación

La comunidad debe participar en la fase del diseño del proyecto, eligiendo soluciones tecnológicas más adecuadas a su realidad social, nivel de servicio y establecer unas tarifas para la recuperación de costes (asume el 5% del coste total) y mantenimiento. Además participa en la ejecución de la obra, aportación o cesión de terrenos y materiales.

3.- Gestión comunitaria

Se constituye un comité denominado Comité de Agua y es el encargado de gestionar el sistema implantado, garantizando el mantenimiento y organizado el cobro de las tarifas.

4.- Recuperación de costes

No se establecen subvenciones al funcionamiento del servicio y el apoyo de las autoridades gubernamentales suele ser bajo o inexistente.

5.- Equidad de género

La participación activa de la mujer es fundamental para el éxito de las intervenciones de abastecimiento de agua ya que son las principales usuarias. Esto se concreta en el establecimiento de cuotas de participación en los comités.

Los ejes de trabajo para desarrollar el Modelo de Respuesta Comunitaria son:

1.- Análisis del contexto geográfico, socioeconómico, político y cultural

2.- Análisis del marco legal e institucional de la gestión del recurso hídrico.

3.- Análisis y coordinación con actores existentes, definiendo la contraparte

4.- Identificación del problema

5.- Diagnóstico de la situación actual del acceso al agua potable y al saneamiento

6.- Planificación de infraestructuras

De cada eje de trabajo se debe conocer:

1.- Análisis del contexto geográfico, socioeconómico, político y cultural

1.1. Ámbito geográfico

a. Mapa con las divisiones administrativas: nacional, regional, provincial, local y sublocal, si hubiere

b. Mapa topográfico

c. Descripción geológica

d. Descripción del clima

1.2. Ámbito socioeconómico

a. Datos poblacionales. Censo

- b. Índices de pobreza, PIB, IDH...
 - c. Fuentes de ingresos
 - d. Transporte, comercio y comunicaciones
- 1.3. Ámbito político
- a. Estructura política y administrativa
 - b. Historia política reciente y tendencias
- 1.4. Ámbito cultural
- a. Creencias y religiones
 - b. Fiestas
 - c. Asociaciones
 - d. Costumbres. Igualdad de género

2.- Análisis del marco legal e institucional de la gestión del recurso hídrico

Analizar el marco legal teniendo en cuenta aquellos aspectos más relevantes para la ejecución del proyecto, por tanto, es preciso conocer el mapa institucional, comentando las funciones de cada organismo y su relación las asociaciones (ONG's).

3.- Análisis y coordinación con actores existentes, definiendo la contraparte.

Se denomina actor a toda entidad pública o privada, implicada en la gobernabilidad del agua, como son:

- a.- Representantes gubernamentales (mínimo a escala local y provincial)
- b.- Sociedad civil. Comunidades
- c.- Asociaciones de usuarios
- d.- ONG's
- e. Empresas privadas

Deben hacerse reuniones con todos los actores implicados para crear canales de coordinación para la gestión del proyecto.

Con los datos recogidos en estas reuniones (reacción, actitud, aceptación del proyecto y compromiso de la comunidad) se realiza un análisis. Este es fundamental para tener asegurado el mantenimiento del proyecto.

La contraparte es el socio local con quien se comparte la responsabilidad de una acción de desarrollo. Pueden tener experiencia en gestión de proyectos (universidades, ONG's,...), o no tenerla, pero en este último caso, saldrían fortalecidas con el proyecto (asociaciones rurales,....)

4.- Identificación del problema

Solo si el problema del acceso al agua es prioritario para la población, el proyecto se llevará a cabo, asegurándose la perdurabilidad de la instalación en el tiempo.

Uno de los métodos para conocer los problemas de la comunidad es mediante una votación secreta, convocada por la alcaldía y los representantes locales, en dónde los miembros de la comunidad deben identificar los diez problemas más importantes que tienen.

Solo si aparece el problema del agua entre los primeros de la lista se podrá seguir con la fase de identificación del proyecto. Además, una vez identificado el problema, la comunidad mediante votación se debe comprometer a aportar la mano de obra necesaria para la excavación de las zanjas de las conducciones de agua del proyecto, corroborado por la firma de los representantes de la comunidad.

5.- Diagnóstico de la situación actual del acceso al agua potable y al saneamiento.

Para realizar el diagnóstico será necesario realizar:

5.1. Mapeo participativo de fuentes y sistemas existentes

Se realizará con la comunidad de forma conjunta, la localización de las fuentes naturales, pozos existentes, los que funcionan y los que no, sistemas sanitarios, vías de comunicación, mercados, colegios...

5.2. Encuestas. Estudio poblacional y condiciones higiénicas sanitarias

Es importante que una persona local se presente en las viviendas y explique el propósito de las mismas. Es conveniente que cada vivienda tenga su coordenada GPS.

5.3. Identificación de los recursos hídricos

Se debe tomar datos de los recursos hídricos:

- a. Tipología de la fuente
- b. Posición GPS
- c. Caudal
- d. Calidad del agua: pH, conductividad, contaminación microbiológica
- e. Demanda de agua

5.4. Procesamiento de la información

El procesamiento de la información permite conocer las carencias relacionadas con el acceso y la calidad del agua, siendo fundamental para realizar el diseño de la instalación, teniéndose en cuenta para el diseño de la misma:

- a. La población dentro de 20 años
- b. Distancia de las viviendas a los puntos de agua
- c. Número de fuentes
- d. Cuota de pago mensual

6.- Planificación de infraestructuras

Se diseñan al menos tres alternativas, que se presentan ante la comunidad, el alcalde, y la contraparte, y se elige la más apropiada, llegando a un acuerdo sobre derechos de paso y cesión o acuerdo de compra de terrenos. Se genera un documento que debe ser firmado por cada uno de los propietarios afectados.

Toda la instalación debe cumplir la legislación vigente en el país.

Los indicadores anuales objetivamente verificables y evaluables en un sistema de abastecimiento de agua son:

- a. Mantenimiento del suministro y de la calidad de agua en el sistema
- b. Correcto funcionamiento de los grifos
- c. Labores de mantenimiento del sistema
- d. Pagos por consumo de agua

Las labores de mantenimiento influyen en la calidad y en el funcionamiento de la red.

La calidad de agua se efectúa en laboratorios especializados y es el Comité de Aguas el encargado de efectuar un informe que refleje el estado actual de la instalación y las incidencias.

En caso de que la calidad del agua haya empeorado se buscará la causa que puede ser la falta de limpieza en las fuentes o en los filtros, un clorado insuficiente o bien una rotura en alguna parte de la instalación.

ANEXO 2

GALERÍA FOTOGRÁFICA DE GRIFOS DE DIFERENTES ÉPOCAS



Válvula romana datada entre el siglo I y el siglo II d. C. Museu de l'Aigua. Vilanova del Camí



Cuerpo y caño romano datado entre el siglo I y el siglo II d. C



**Grifo romano de época tardía.
Museu de l'Aigua. Vilanova del Camí**



**Grifo romano de jardín con caño antropomorfo
Colección Ròmul Gavarró**



**Grifo romano del s. I d. C.
Villa de los Misterios. Pompeya**



**Grifo romano de juguete del siglo I d. C.
Römermuseum (Basilea)**



Grifo zoomorfo hispano-árabe s. X
Museu de l'Aigua. Vilanova del Camí



Grifo zoo-antropomorfo medieval.
Colección Ròmul Gavarró



Grifo zoomorfo medieval de procedencia italiana



**Grifo medieval macho antropomorfo.
Museo Cluni**



Grifo renacentista de Chartreuse de Pavia (Italia) del siglo XV



Grifo procedente del Monasterio de Sant Cugat del Vallés del siglo XV



Grifo renacentista de San Martí Sarroca 1570. Villanova del Camí



**Grifo alemán. 1600.
Museum "Legion of Honor". San Francisco**



**Grifos alemanes de estilo gótico florido. De entre 1600 a 1650
Salida zoomorfa. Bronce**



Grifo postmedieval de 1630. Inglaterra



**Grifo empleado en lavabos de sacristías. Siglo XVII (1690)
Colección Ròml Gavarró**



Grifo con macho lanceolado. Siglo XVIII



**Grifo italiano de procedencia florentina. Principio del siglo XVIII.
Ecomuseo Cucios. Lago D'Orta. Italia**



**Grifo doméstico. 1850.
Francia**



**Grifo neogótico. 1895.
F. Javier Pancorbo**



Grifo francés "cuello de cisne" 1898



Grifo de pared para bañera de procedencia francesa. 1900



**Grifo Fuller. 1900.
Estados Unidos**



**Grifo de pared. 1902. Museo del rubinetto.
St. Maurici di Oplagio. Italia**



Grifo cola de carpa. 1904. Barcelona



**Grifo para lavabo. 1905.
Colección F. Javier Pancorbo**



**Recipiente con grifo para agua radiactiva curativa. 1920.
París**



**Grifo de porcelana de procedencia italiana. 1920
F. Javier Pancorbo**



Grifo "Art-Decó" sin recubrimiento. Procedencia española



Grifo niquelado de manufactura valenciana. 1930



Grifo niquelado Albacete. 1940



**Grifería Corola. Roca. 1950.
Colección de F. Javier Pancorbo**

ANEXO 3 - PLANOS

RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1. Punto de agua abandonado. Tanzania. Fuente MSABI	2
Figura 2. Punto de agua abandonado. Sistema Mkongoro I. Kigoma. Tanzania. Fuente propia (2012)	2
Figura 3. Niños acarreando agua. Tanzania. Fuente: MSABI	3
Figura 4. Punto de agua. Tanzania. Fuente: ECOLUTION-a (2011)	4
Figura 5. Punto de agua. Kigoma. Tanzania. Fuente propia (2012)	5
Figura 6. Punto de agua. Kigoma. Tanzania. Fuente propia (2012)	5
Figura 7. Punto de agua. Kigoma. Tanzania. Fuente propia (2012)	6
Figura 8. Punto de agua. Kigoma. Fuente propia (2012)	6
Figura 9. Punto de agua. Dar-er-Salaam. Tanzania. Fuente propia (2012)	6
Figura 10. Grifo. Dar-er-Salaam. Tanzania. Fuente propia (2012)	7
Figura 11. Grifo. Fuente Ecolution-a (2011)	7
Figura 12. Instalación de agua en punto de agua. Tanzania. Fuente Ecolution-a (2011)	7
Figura 13. Grifo. Kigoma. Tanzania (2008)	7
Figura 14. Grifo. Kigoma. Tanzania (2008)	8
Figura 15. Grifo. Kigoma. Tanzania (2008)	8
Figura 16. Grifo. Kigoma. Tanzania (2008)	8
Figura 17. Grifo. Kigoma (2008)	8
Figura 18. Punto de agua. Tanzania. Fuente MSABI	9
Figura 19. Punto de agua. Tanzania. Fuente MSABI	9
Figura 20. Alrededores de un punto de agua. Tanzania. Fuente Ecolution-a (2011)	10

Figura 21. Punto de agua. Tanzania. Fuente MSABI	10
Figura 22. Punto de agua. Tanzania. Fuente MSABI	10
Figura 23. Punto de agua. Tanzania. Fuente ISF	10
Figura 24. Punto de agua. Tanzania. Fuente MSABI	11
Figura 25. Punto de agua. Tanzania. Fuente MSABI	11
Figura 26. Punto de agua. Tanzania. Fuente MSABI	11
Figura 27. Punto de agua. Kigoma. Tanzania. Fuente propia (2011)	12
Figura 28. Punto de agua. Fuente ACH	12
Figura 29. Grifo de latón. Fuente Ferretería Martí	12
Figura 30. Partes y funcionamiento de un grifo	13
Figura 31. Partes de un grifo	13
Figura 32. Partes de un grifo	13
Figura 33. Mecanismo que regula el paso del agua	14
Figura 34. Esquema de un grifo	14
Figura 35. Esquema de un grifo. Fuente Llave de chorro – Nitoven	14
Figura 36. Grifo. Fuente Intermon Oxfam	15
Figura 37. Avería Tipo 1	15
Figura 38. Goteo del grifo por el caño. Desgaste de la soleta	16
Figura 39. Junta	16
Figura 40. Asiento deteriorado	16
Figura 41. Utilización de la herramienta	16
Figura 42. Herramienta para rectificar el asiento	17
Figura 43. Forma de desatascar un grifo introduciendo un alambre	17

Figura 44. (A) Goteo del grifo por el prensaestopas; (B) Apriete de la tuerca del prensaestopas	17
Figura 45. Cambio del prensaestopas	17
Figura 46. (A) Goteo del grifo por la unión entre el soporte y el cuerpo del grifo; (B) Apretar el soporte del grifo	18
Figura 47. Goteo del grifo por la unión con la pared	18
Figura 48. Movimiento vertical sobre el eje para comprobar el buen estado de la rosca	18
Figura 49. Mapa de Tanzania. Fuente	21
Figura 50. Kigoma rural	22
Figura 51. Mercado de Kigoma	22
Figura 52. Puerto pesquero de Kigoma	22
Figura 53. Calle principal de Kigoma con la estación de ferrocarril al fondo	23
Figura 54. Liemba	23
Figura 55. Liemba	23
Figura 56. Kigoma. Vista Google Earth. 2014	24
Figura 57. Apicultores tanzanos	27
Figura 58. Tuberías de barro para presión	29
Figura 59. Trabajadores curvando una lámina de plomo para hacer una fístula	30
Figura 60. Trabajador sellando una fístula de plomo	30
Figura 61. Tuberías de plomo del puente-acueducto de Caesar Augusta	30
Figura 62. Grifo romano de bronce	31
Figura 63. Grifo romano sin mando	31
Figura 64. Válvula de paso	31

Figura 65. Aguamanil con forma de grifo. Nürnberg (Alemania)	32
Figura 66. Grifo de bronce de la Edad Media	32
Figura 67. Grifo de madera y corcho utilizado en tonelería s. XX	33
Figura 68. Grifo de Fuller. 1862	34
Figura 69. Grifo de Thomas Gryll	34
Figura 70. Patente presentada por F. Manz en 1870	35
Figura 71. Patente de grifo presentada por H. D. Boyer y F. A. Philippi en 1895	36
Figura 72. Patente de grifo presentada en 1896 por A. S. Hills	37
Figura 73. Válvula de bola	37
Figura 74. Patente de grifo presentada por J. Graham en 1877	38
Figura 75. Válvula de cierre automático. Patente presentada por Henry T. Montgomery en 1910	39
Figura 76. Válvula de flotador utilizada en WC. Patente presentada por W.Bishop 1878	40
Figura 77. Válvula. Patente presentada por O. H. Jones 1911	40
Figura 78. Válvula utilizada en los retretes. J.N. Deck 1869	41
Figura 79. Válvula para aerosoles insecticidas. S. T. Williams	42
Figura 80. Cabeza de sifón para botellas de agua de soda o similares. J.V.Fassmann 1902	42
Figura 81. Dispensador de líquidos. Patente de A. E. Holmes 1925	43
Figura 82. Dispensador de líquidos. T. M. Jones. 1931	44
Figura 83. Bebedero de animales. Kazuo Nakajima Etal1964	45

Figura 84. Bebedero de animales. W. Edstrom 1970	46
Figura 85. Bebedero para aves de corral. Spierengburg Gozen 1972	46
Figura 86. Dibujo de un punto de agua de Kigoma	57
Figura 87. Propuesta 1	58
Figura 88. Propuesta 2	59
Figura 89. Propuesta 3	59
Figura 90. Propuesta 4	60
Figura 91. Propuesta 5	60
Figura 92. Propuesta 4 mejorada	63
Figura 93. Cuerpo, propuesta 4 mejorada. Despiece	64
Figura 94. Órgano de maniobra, propuesta 4 mejorada. Despiece	65
Figura 95. Vástago de accionamiento, propuesta 4 mejorada. Despiece	66
Figura 96. Conjunto cerrado, propuesta 4 mejorada	67
Figura 97. Conjunto abierto, propuesta 4 mejorada	68
Figura 98. <i>Acajou</i>	74
Figura 99. Bahía	75
Figura 100. <i>Doussié</i>	75
Figura 101. <i>Elondo</i>	76
Figura 102. <i>Embero</i>	76
Figura 103. <i>Etimoé</i>	77
Figura 104. <i>Framiré</i>	77
Figura 105. <i>Iroko</i>	78

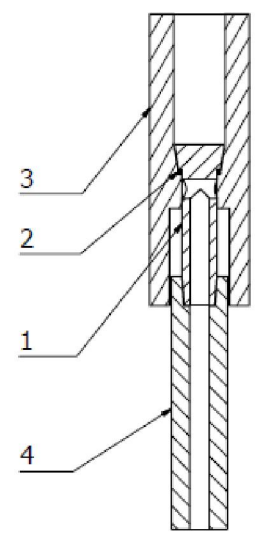
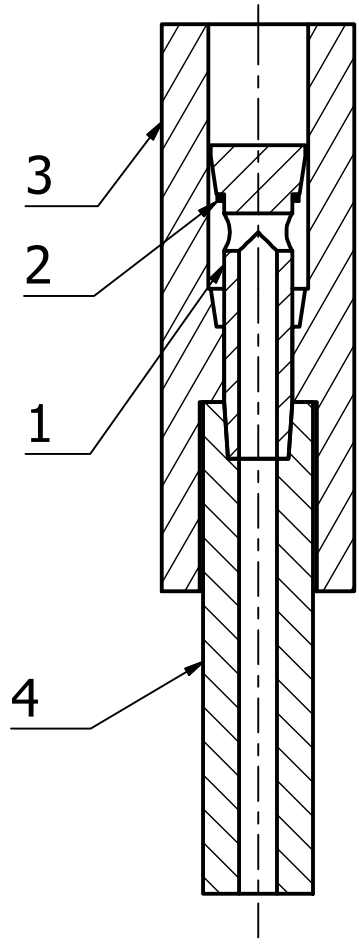
Figura 106. Sapeli	78
Figura 107. <i>Sipo</i>	79
Figura 108. Teca	79
Figura 109. <i>Wengué</i>	80
Figura 110. Cuerpo, propuesta 4 mejorada. Modelado	83
Figura 111. Órgano de maniobra, propuesta 4 mejorada. Modelado	84
Figura 112. Vástago de accionamiento, propuesta 4 mejorada. Modelado	84
Figura 113. Conjunto cerrado, propuesta 4 mejorada. Modelado	85
Figura 114. Conjunto abierto, propuesta 4 mejorada. Modelado	85
Figura 115. Cortado de la madera	86
Figura 116. Cilindrado de 30mm	87
Figura 117. Cilindrado a 51mm	87
Figura 118. Taladrado a 18mm	87
Figura 119. Medida del diámetro de 18mm	88
Figura 120. Rectificación de la cara exterior	88
Figura 121. Cilindrado interior 31x50	88
Figura 122. Lijado superficies	89
Figura 123. Tallado de los conos interiores	89
Figura 124. Cilindrado 18x75	90
Figura 125. Cilindrado 25x13	90
Figura 126. Taladrado a 8mm de diámetro por 65mm de profundidad	91
Figura 127. Taladro pasante lateral de 8mm de diámetro	91
Figura 128. Cilindrado de 29mm de diámetro por 130mm de longitud	92

Figura 129. Cilindrado	92
Figura 130. Cono	92
Figura 131. Taladrado de 10mm de diámetro	93
Figura 132. Rectificado de la cara	93
Figura 133. Modelo de la válvula	93
Figura 134. Baño de aceite	94
Figura 135. Baño de aceite. Temperatura 50C	95
Figura 136. Resultado del baño de aceite	95
Figura 137. Unión de la válvula con la tubería	95
Figura 138. Chorro a 2,5bar	96
Figura 139. Fabricación de la junta	96
Figura 140. Grifo en el banco de pruebas	97
Figura 141. Grifo en el banco de pruebas	97
Figura 142. Medida del caudal	97
Figura 143. Cuerpo de la válvula modificado	103
Figura 144. Válvula abierta	104
Figura 145. Válvula cerrada	105
Figura 146. Torno de cuerda	107
Figura 147. Corte del tronco	107
Figura 148. Desbastado de la madera	108
Figura 149. Medida y corte	108
Figura 150. Medida y corte	108
Figura 151. Medida y corte	108

Figura 152. Enrollado de la cuerda en el torno de cuerda	108
Figura 153. Fijado en el punto y en el contrapunto del torno de cuerda	109
Figura 154. Cilindrado de un extremo	109
Figura 155. Cilindrado del otro extremo	109
Figura 156. Taladro	109

RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1. Relación de regiones de Tanzania según el Índice de Desarrollo Humano	25
Tabla 2. Valores climáticos anuales de Tanzania	26
Tabla 3. Materiales en las llaves de paso romanas	32
Tabla 4. DATUM	57
Tabla 5. QFD 1	58
Tabla 6. Análisis resultado QFD 1–Criterios de selección	58
Tabla 7. Análisis resultado QFD 1–Requerimientos	59
Tabla 8. Salarios mínimos en Tanzania	111

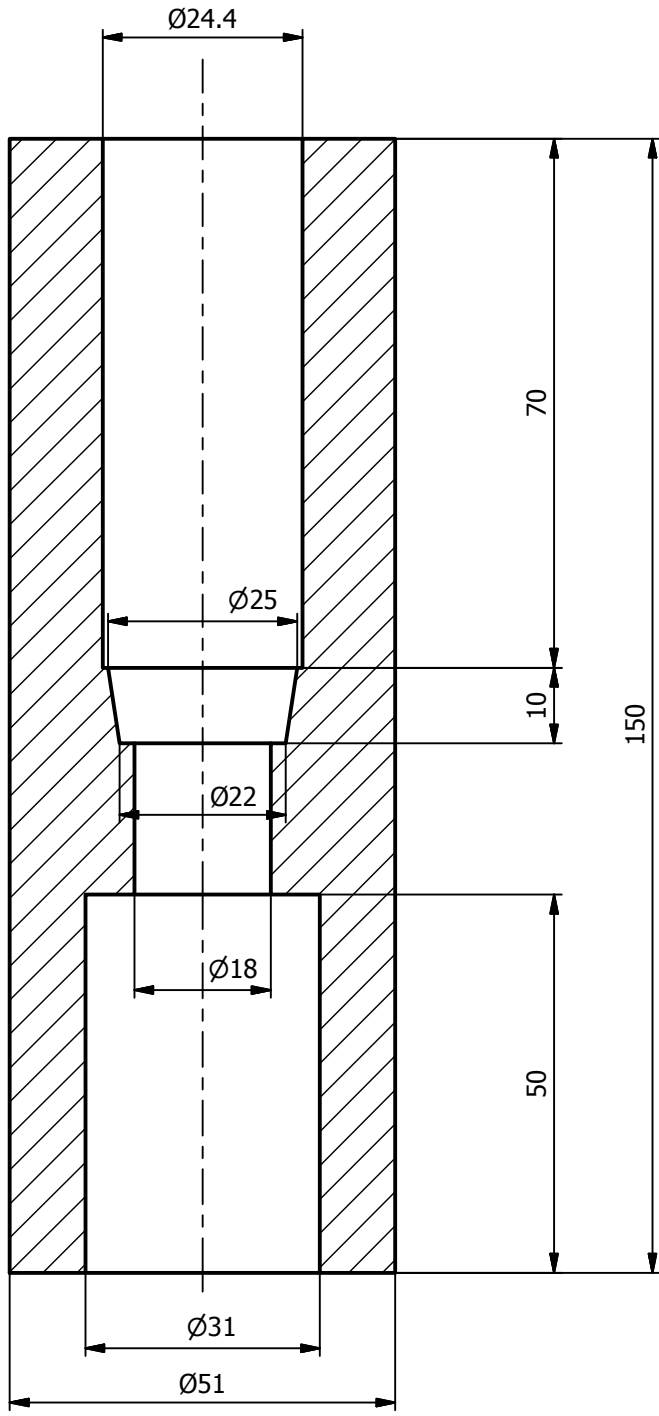


VÁLVULA EN POSICIÓN CERRADA

4	1	VÁSTAGO DE ACCIONAMIENTO	MADERA	VV-01
3	1	JUNTA	GOMA	VV-02
2	1	CUERPO	MADERA	VV-03
1	1	ÓRGANO DE MANIOBRA	MADERA	VV-04
MARCA	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	Nº PLANO

Dibujado por: M.M. Recio Díaz	Comprobado por: J.M. Arenas Reina - J.A. Mancebo Piqueras	Fecha: 13-3-2014	Escala: 1:1
----------------------------------	--	---------------------	----------------

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	VÁLVULA ABIERTA M	
	Plano de Conjunto	Nº Plano VV-0A



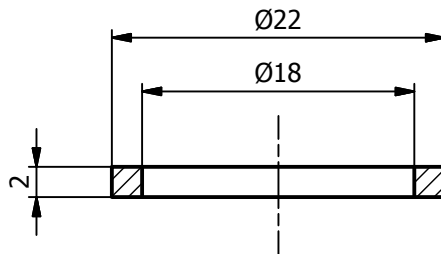
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Dibujado por: M.M. Recio Díaz	Comprobado por: J.M. Arenas Reina - J.A. Mancebo Piqueras	Fecha 13-3-2014	Escala 1:1
----------------------------------	--	--------------------	---------------

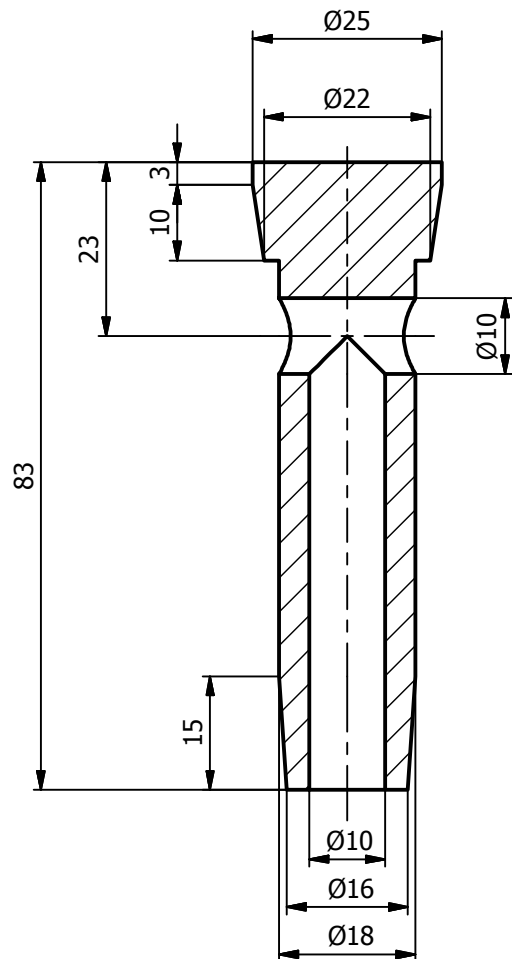
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

CUERPO	
Plano de Despiece	Nº Plano VV-03



Dibujado por: M.M. Recio Díaz	Comprobado por: J.M. Arenas Reina - J.A. Mancebo Piqueras	Fecha 13-3-2014	Escala 1:1
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	JUNTA		
	Plano de Despiece	Nº Plano	VV-02





Dibujado por: M.M. Recio Díaz	Comprobado por: J.M. Arenas Reina - J.A. Mancebo Piqueras	Fecha 13-3-2014	Escala 1:1
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID		VÁSTAGO DE ACCIONAMIENTO	
		Plano de Despiece	Nº Plano VV-01