

Diseño e Implementación de Túnel Sanitizante Automatizado

Marcos Samuel López Rivera, Jaime Martínez Vásquez, Omar López Maldonado,
Gerardo Martínez Hernandez, Isaac Santiago Martínez, Urfila Victoria Peláez Estrada

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Pinotepa

Resumen

Este artículo presenta el diseño y construcción de un túnel sanitizante automatizado implementado en el TecNM Campus Pinotepa. A raíz del brote de coronavirus (COVID-19) enfermedad infecciosa causada por el virus SARS-CoV-2, los túneles desinfectantes o sanitizantes están emergiendo como parte de las estrategias implementadas para mitigar la transmisión del virus. El principio es simple y consiste en caminar a través del túnel durante unos segundos mientras los pulverizadores rocían desinfectante sobre la persona. Con esto se pretende reducir la potencial contaminación infecciosa viral que esté presente sobre la superficie de las personas. Es importante tener en cuenta que los túneles de desinfección no están destinados a ser cien por ciento efectivos y solo son complementarios a medidas como el lavado de manos, el uso frecuente de desinfectantes a base de alcohol, el uso de mascarillas o el mantener una distancia mínima de un metro de los demás. En este contexto, se optó por diseñar un túnel sanitizante automatizado alimentado con paneles solares para la comunidad del TecNM Campus Pinotepa, ya que los túneles sanitizantes son estructuras modulares de desinfección utilizadas para grandes y continuos flujos de personas. Una placa Arduino UNO, un sensor de proximidad E18-D80NK, tres electroválvulas y un hidroneumático inteligente propiciaron la automatización. 15 aspersores con boquilla pulverizadora ultrafina de 0.3 mm de diámetro, provocan el efecto niebla-brisa en el túnel, ideal para sanitizar personas. El prototipo es completamente sustentable al utilizar energía solar para su funcionamiento.

Abstract

This article presents the design and construction of an automated sanitizing tunnel implemented at the TecNM Campus Pinotepa. Following the outbreak of coronavirus (COVID-19), an infectious disease caused by the SARS-CoV-2 virus, disinfecting or sanitizing tunnels are emerging as part of the strategies implemented to mitigate the transmission of the virus. The principle is simple, consisting of walking through the tunnel for a few seconds while the sprayers spray disinfectant on the person. This is intended to reduce the potential viral infectious contamination that is present on the surface of people. It is important to note that disinfection tunnels are not meant to be 100 percent effective and are only complementary to measures such as hand washing, frequent use of alcohol-based sanitizers, wearing masks, or keeping a distance. minimum of one meter from the others. In this context, it was decided to design an automated sanitizing tunnel powered by solar panels for the TecNM Campus Pinotepa community, since sanitizing tunnels are modular disinfection structures used for large and continuous flows of people. An Arduino UNO board, an E18-D80NK proximity sensor, three solenoid valves, and a smart hydropneumatic led to automation. 15 sprinklers with ultra-fine spray nozzles of 0.3 mm in diameter, cause the fog-breeze effect in the tunnel, ideal for sanitizing people. The prototype is completely sustainable by using solar energy for its operation.

Palabras Clave: Túnel, automatización, contagio, desinfectante.

Keywords: Tunnel, automation, contagion, disinfectant.

1. INTRODUCCIÓN

Los primeros casos de neumonía detectados en Wuhan son reportados a la OMS. Durante este periodo, el virus es aún desconocido. Los casos ocurren entre el 12 y el 29 de diciembre, según las autoridades de salud de Wuhan. El 7 de enero de 2020, las autoridades de China confirman que han identificado el virus como un nuevo coronavirus, inicialmente llamado 2019-nCoV por la OMS. El 28 de febrero de 2020 se confirmó el primer caso

de una persona contagiada de COVID-19 en México [1]. Hasta el 13 de mayo de 2022, se tiene un total de fallecidos en el país de 324,465 personas, mientras que a nivel mundial el número asciende a 6,258,356 personas [2]. Por lo anterior el gobierno mexicano implementó una serie de medidas de prevención ante el COVID-19, que van desde el lavado de manos y el uso de gel antibacterial, hasta el uso continuo de cubrebocas [3]. Diferentes gobiernos estatales en conjunto con la Secretaría de Salud pusieron en marcha la producción de insumos sanitarios como el túnel sanitizante, esto como parte de las estrategias para mitigar la transmisión del COVID-19.

La mayoría de los túneles sanitizantes son manuales, sin embargo, en el presente artículo se expone el diseño y construcción de un túnel sanitizante automatizado e implementado en el TecNM Campus Pinotepa. La pandemia de COVID-19 ha puesto a los gobiernos del mundo ante una situación sin precedentes en la cual es necesario tomar decisiones rápidas con respecto a las mejores estrategias para disminuir la transmisión. Como parte de estas estrategias, en muchos lugares del mundo se están implementando cabinas de desinfección de personas en la comunidad.

COVID-19 es una enfermedad cuya patogénesis se ha asociado a la activación de monocitos, macrófagos y células dendríticas. Esta activación provoca la liberación de IL-6 que causa finalmente daño tisular (Moore, 2020). La enfermedad se transmite por inhalación o contacto con gotas infectadas y el período de incubación varía de 2 a 14 días. Los síntomas suelen ser fiebre, tos, dolor de garganta, disnea, fatiga, malestar, entre otros. La enfermedad es leve en la mayoría de las personas; sin embargo, en algunos (generalmente los ancianos y las personas con comorbilidades), puede progresar a neumonía, síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) y disfunción multiorgánica. Además, muchas personas son asintomáticas (Singhal, 2020).

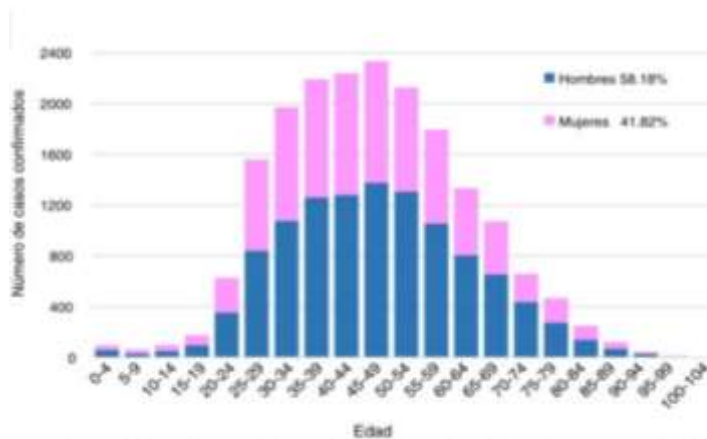


Figura 1. Distribución por edad y sexo de pacientes con infección por COVID-19 confirmada por laboratorios.

2. METODOLOGÍA

Nigel Cross en su libro “Métodos del diseño”, define la metodología del diseño como “el estudio de los procedimientos, prácticas y principios del diseño” (Cross, 2002).

El objetivo de Cross se enfoca en el cómo se debe diseñar, para esto en su libro realiza estudios acerca de las maneras en que los ingenieros o diseñadores realizan su proceso de diseño; el cómo ellos establecerán su estructura de trabajo y medita acerca de “la naturaleza y la extensión del conocimiento del diseño y su aplicación a problemas de diseño” (Lloyd, 2004).

1. El diseño del túnel

El diseño del túnel se desarrolló en el software FreeCAD vo.19.4. Las dimensiones del mismo se observán en el plano de la estructura metálica, siendo estas de 2 x 1.5 x 2.5 m ver la figura 1 y 2.

Para la construcción de la estructura metálica se utilizó PTR inoxidable calibre 14 de 1x1", cubierta con base anticorrosiva y pintada con esmalte alquidálico. La tubería que transporta la solución sanitizante es PVC de tipo hidráulico de 1/2". El techo y las paredes se cubrieron con polipropileno corrugado e impermeable. El túnel se conforma de tres arcos de PVC bajo la estructura metálica. Los arcos de los extremos cuentan cada uno con seis aspersores con boquillas pulverizadoras ultra fina y el arco central cuenta con solo tres aspersores. Dos electroválvulas controlan el desagüe de la tubería, mientras que una tercera controla el ingreso de la solución sanitizante. La solución contenida en un tinaco de 450 L, es presurizada e ingresada a la tubería utilizando un hidroneumático inteligente. Un sensor de proximidad se utiliza para la respectiva automatización del sistema.

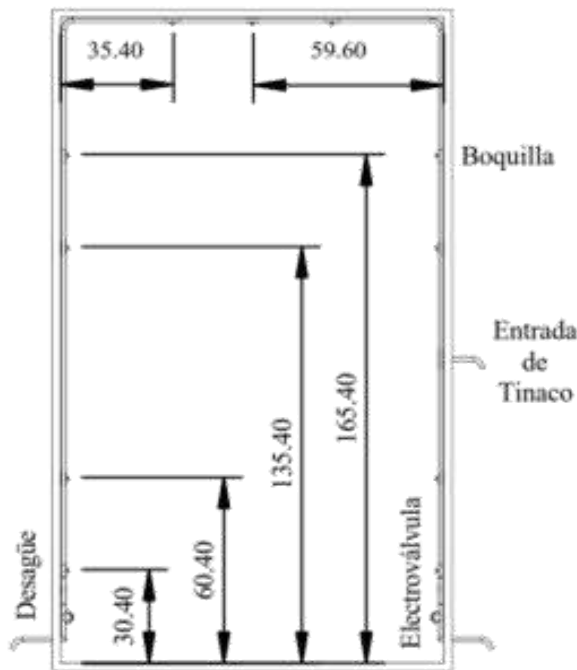


Figura 2. Vista frontal del túnel sanitizante

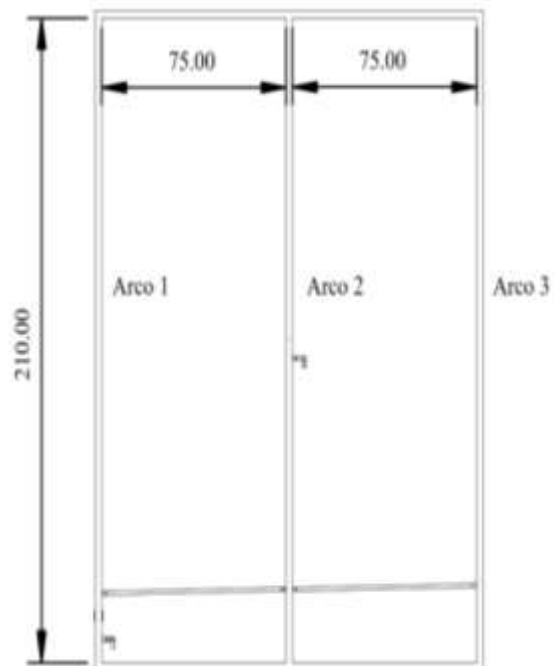


Figura 3. Vista lateral del túnel sanitizante

2. Descripción de las partes

El túnel sanitizante presenta un panel de control, en este se tiene el botón de encendido y apagado, así como el control manual de cada una de las electroválvulas. La alimentación del sistema de control y automatización se tomará directamente del controlador de carga interconectado a los paneles solares. Una placa de circuito impreso de elaboración propia se tienen las borneras empleadas para la conexión de las electroválvulas y el relé, así como los interruptores del panel de control.

La presurización de la solución sanitizante en el túnel es debido a la utilización de un hidroneumático inteligente de 0.5 HP y un flujo máximo de 2.4 m³/h. El hidroneumático integra una motobomba autocebante, un tanque precargado, un sensor de presión, un sensor de flujo y una caja de control.

15 aspersores con boquilla pulverizadora ultrafina de 0.3 mm de diámetro, provocan el efecto niebla-brisa en el túnel, ideal para sanitizar personas. Para liberar la solución sanitizante presurizada a la tubería del túnel y que los aspersores con boquillas provoquen el efecto niebla-brisa, se utiliza una electroválvula de 12 VCD, la cual es controlada por un módulo relé de 4 canales a 5VCD / 10A-250VCA.

Un relé es un dispositivo electromecánico que permite a un procesador como Arduino controlar cargas a un nivel tensión o intensidad muy superior a las que su electrónica puede soportar. Un sensor/switch de proximidad modelo E18-D80NK, se utiliza para detectar la presencia de personas. La placa Arduino UNO es capaz de leer el sensor de proximidad y activar la electroválvula para su apertura, sanitizando así a las personas. El líquido desinfectante o solución sanitizante es una mezcla de agua y cuaternario de amonio, el cual es un eficiente desinfectante contra bacterias, hongos y virus que al ser rociado en forma de lluvia ligera tiene un efecto sanitizante. La dosis a emplear es simplemente diluir de 0.1 a 0.2 mL de cuaternario de amonio por cada litro de agua. Por ejemplo, para 450 L de agua se deberá diluir de 45 a 90 mL de cuaternario de amonio. La solución sanitizante es almacenada en un contenedor de 450 L de capacidad.

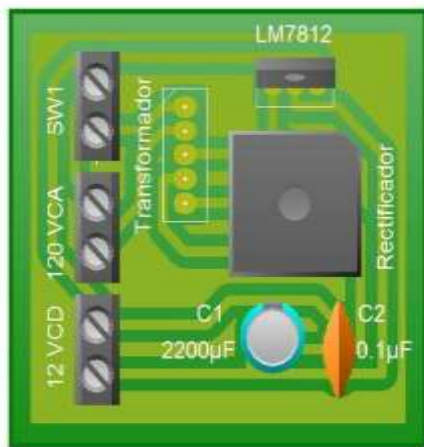


Figura. 4 Fuente de 12 VCD

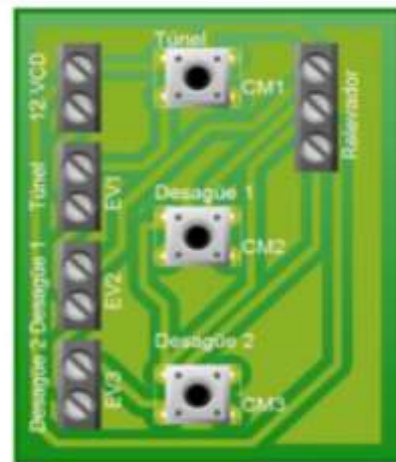


Figura. 5 Conexión de relé y electroválvulas

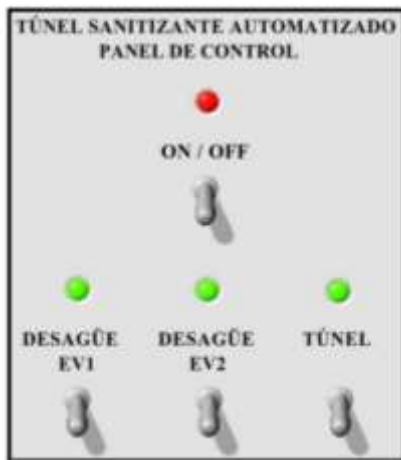


Figura 6. Panel de control



Figura 7. Placa Arduino UNO

1. Funcionamiento

En el momento en que una persona cruza el umbral de detección del sensor de proximidad, este mandará una señal al pin 2 de la placa Arduino, la cual a su vez activará el relé mediante el pin 3 y este activará la electroválvula, provocando que se libere la solución sanitizante presurizada a la tubería de PVC hidráulica del túnel. El único medio de escape del líquido desinfectante es por los aspersores con boquilla pulverizadora, los cuales provocan una salida del líquido ultrafina, es decir, generan un ambiente de niebla-brisa dentro del túnel. Este efecto da como resultado una sanitización a las personas.

Para lograr una desinfección eficiente es necesario que la persona ingrese al túnel despacio alzando los brazos con las palmas de las manos hacia el frente, posteriormente se debe dar un giro de 360° a mitad del túnel y seguir avanzando lentamente. Se calcula un tiempo de 6 s de principio a fin. Se recomienda utilizar cubrebocas al ingresar al túnel.

El hidroneumático inteligente proporcionará la presión requerida en el sistema para mantener el efecto niebla-brisa de los aspersores. En su caja de control se puede regular dicha presión. El tiempo de apertura de la electroválvula es de 7 s, tiempo en el cual estará ingresando la solución sanitizante presurizada a la tubería. Una vez transcurrido este tiempo la electroválvula cerrará omitiendo el paso del líquido, sin embargo, aún se tendrá líquido presurizado y continuará la sanitización por al menos 10 s.

Si el ingreso de personas es continuo la electroválvula no cerrará debido a que hay una detección constante en el sensor de proximidad, provocando asimismo un ingreso continuo del líquido desinfectante a la presión establecida en la caja de control del hidroneumático inteligente.

El sensor debe colocarse aproximadamente a 4 m de distancia del túnel sanitizante para lograr una presurización adecuada en la tubería, una vez alcanzada la presión la sanitización es continua y sin contratiempos. La activación por sensor permite que el túnel sanitizante opere automáticamente sin necesidad de personal, sin embargo, este puede ser operado de forma completamente manual.

Al final de la jornada y antes de ser apagado, el túnel sanitizante puede ser completamente liberado del líquido desinfectante presente en la tubería, esto se logra activando de forma manual dos electroválvulas incorporadas en la parte inferior, provocando que estas abran y permitan el desagüe del túnel.



Figura 8. Hidroneumático inteligente PW370(Z)



Figura 9. Aspersor con Boquilla de 0,3 mm



Figura 10. Módulo relé de 4 canales a 5VCD



Figura 11. Sensor de proximidad E18-D8oNK

3. RESULTADOS

La presurización de la solución sanitizante en el túnel es debido a la utilización de un hidroneumático inteligente de 0.5 HP y un flujo máximo de 2.4 m³ /h. En la Figura. 11, se observan las curvas de rendimiento de diferentes modelos de hidroneumáticos inteligentes, el de interés es el PW370(Z). El hidroneumático integra una motobomba autocebante, un tanque precargado,

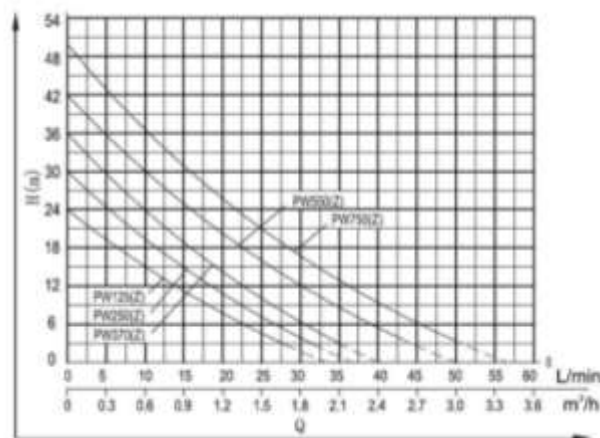


Figura 12. Curvas de rendimiento

Estructura de tubos PVC

Dos paredes, Motor soplador, Velcro en el techo para sujeción de aspersores, Sanitizante MICRODYNA NF (Un galón por túnel) Sistema de aspersor:

- Bomba centrífuga de 1 hp
- Aspersores con boquilla
- Un filtro para línea de agua
- Impresión por los dos lados “Sanitizador”

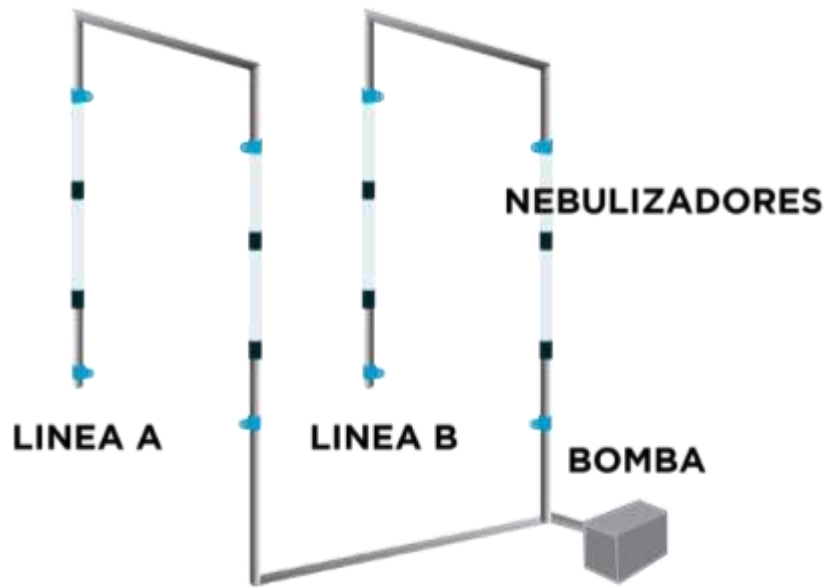


Figura 13. Estructura PVC



Figura 14. Túnel Sanitizante Automatizado



Figura 15. Acceso al Túnel, puerta principal del Campus Instituto Tecnológico de Pinotepa



Figura 16. Túnel, puerta principal del Campus Instituto Tecnológico de Pinotepa

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Reducir la propagación de la enfermedad por coronavirus (COVID-19) causada por el virus SARS-CoV-2 en la comunidad del TecNM Campus Pinotepa.

El impacto económico que tendrá en la población por las medidas restrictivas en la movilidad de las personas es un factor importante que hay que tener en cuenta. Un período prolongado de cuarentena o la aparición de nuevos brotes podría traer complicaciones económicas serias a escala nacional.

En la económica la investigación permitirá desarrollar oportunidades de creación de un nuevo producto innovador dentro del contexto actual que se está viviendo debido a la pandemia originada por COVI-19.

La investigación busca que, a través de los conceptos teóricos de fabricación de túneles, prevención de COVID-19, protocolos COVID-19 cómo lineamientos para regreso a las actividades laborales y estudiantil, permita encontrar las opciones ideales para el diseño del túnel sanitizantes en función de la prevención por contagio que afectan a la comunidad tecnológica.

El túnel sanitizante es una estructura modular de desinfección utilizado para grandes y continuos flujos de personas. El objetivo es obtener una desinfección de la superficie de las personas que ingresan al Instituto Tecnológico de Pinotepa, o donde se compartirá con varias personas más, a fin de reducir los contagios, en particular de SARS-COV-2 (RedARETS, 2020).

Su resultado permitirá encontrar la alternativa de diseño acorde con las necesidades de la Instituto Tecnológico de Pinotepa ajustándose a las normativas legales vigentes para el retorno a las actividades laborales y la prevención de contagio por COVID-19.

La investigación se realiza con el fin de determinar el diseño más óptimo de una Túnel desinfectante que cumpla con los estándares de calidad, que permita tener un ambiente más aséptico para el cuidado de todos los miembros de esta comunidad tecnológica. Es necesario plantear el diseño de un Túnel de desinfección debido a que el Instituto Tecnológico de Pinotepa no existe un protocolo de limpieza para el ingreso de los estudiantes y de la comunidad tecnológica.

La cantidad de personas que recibe esta Institución Tecnológica ameritara un control continuo no sólo para evitar el contagio del actual virus que azota a nuestra población sino también como medida de higiene para evitar futuras infecciones.

REFERENCIAS

- [1] Boudeguer, A. (2010). *Manual de Accesibilidad Universal*. Santiago, Chile: Corporación Ciudad Accesible.
- [2] Comisión Nacional de los Derechos Humanos de México. (2019). *Informe especial sobre el derecho a la accesibilidad de las personas con discapacidad*. México: CNDH.
- [3] Finsterbusch Romero, C. (2015). La extensión de los ajustes razonables en el derecho de las personas en situación de discapacidad de acuerdo al enfoque social de derechos humanos. *Lus et Praxis*, 227-251.
- [4] Gobierno de la Ciudad de México. (2016). *Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad*. Ciudad de México: CDMX.
- [5] Gutierrez Puebla, J. (1998). Transporte, movilidad y turismo en los centros históricos. *Eria*, 241-248.

- [6] H. Ayuntamiento Constitucional de Colima. (2015). *Catálogo de Imagen Urbana del Centro Histórico de Colima, versión 2015*. Colima: Gobierno Municipal.
- [7] H. Ayuntamiento Constitucional de Colima. (2017). *Manual de Imagen Urbana de la Ciudad de Colima*. Colima: Gobierno Municipal.
- [8] Pastor Palomar, N. (2019). Convención sobre los Derechos de las personas con Discapacidad. *Revista Electrónica de Estudios Internacionales*.
- [9] Publibace. (2018). *Publibace*. Obtenido de Mapa o Plano Háptico: <https://www.publibace.com/producto/mapa-o-plano-haptico/>
- [10] Santos Pérez, O., Mondejar Rodríguez, J., & Morciego Esquivel, H. (2019). Programa de capacitación para la gestión de accesibilidad y movilidadActa constitutiva de la reforma energética (2014). Recuperado de <http://cdn.reformaenergetica.gob.mx/decreto-reforma-energetica.pdf>
- [11] Acuña, F. Diseño Y Construcción de Una Impresora 3D Auto-Replicable Controlada
- [12] Inalámbicamente Para El Prototipado de Piezas Plásticas, Mediante Software Libre.2014
- [13] Apaza, J. Diseño del sistema mecánico de una empaquetadora de pañales. 2018.
- [14] BONITA, R., BEAGLEHOLE, R. y KJELLSTRÖM, T. Epidemiología básica. OPS, 2008.
- [15] Albarracín-Zambrano, L. O., Jalón-Arias, E. J., Guerrero-Burgos, K. L., & Llanganate-Peñafiel, J. M. (2020). Prototipo de control de entrada y salida para el parqueadero de UNIANDES-Quevedo. [Entry and exit control prototype for the UNIANDES-Quevedo parking lot]. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7(Especial febrero 2020), 1-10. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v33i1.2177>
- [16] Álvarez, E. (05 de abril de 2020). Universidad crea túnel sanitizante en Victoria. Milenio. <https://www.milenio.com/ciencia-y-salud/coronavirustamaulipas-universidad-crea-tunel-sanitizante-victoria>.
- [17] Bassam NE (2010) Handbook of bioenergy crops: a complete reference to species, development and applications. Earthscan, London, DOI 10.1080/14735903.2011.590321
- [18] Bloomberg New Energy Finance (2016). Mexico's second power auction results: Record low prices in Latin America. Recuperado de https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/01/BNEF_MexicosSecondPower_SFCT_FNL_B.pdf
- [19] Bodansky D (2004) Nuclear energy: principles, practices, and prospects. Springer, Oxford, DOI 10.1007/b138326
- [20] Bradford T (2006) Solar revolution: the economic transformation of the global energy industry. MIT Press, Cambridge, DOI 10.1162/glep.2007.7.4.147
- [21] British Petroleum (2016), BP Statistical Review of World Energy June 2016. Recuperado de <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf>
- [22] Budynas, R. y Nisbett, J. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. McGraw-Hill Interamericana, 2012.
- [23] CNN Español. (20 de febrero de 2020). Cronología del coronavirus: así comenzó y se extendió el virus que tiene en alerta al mundo. CNN Español. <https://cnnespanol.cnn.com/2020/02/20/cronologia-delcoronavirus-asi-comenzo-y-se-extendio-el-virus-quepone-en-alerta-al-mundo>.
- [24] Díaz-Tamayo, A, & Vivas, M. (2016). Riesgo biológico y prácticas de bioseguridad en docencia. [Biological risk and biosafety practices in teaching]. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 34(1), 62-69. <https://dx.doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v34n1a08>
- [25] Enshassi, A, Kochendoerfer, B, & Rizq, E. (2014). Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. [Assessment of the environmental impacts of construction projects]. *Revista ingeniería de construcción*, 29(3), 234-254. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732014000300002>
- [26] Guillemes-Peira, Á. (2015). Desarrollo de un sistema para la desinfección de agua de consumo mediante tratamiento electroquímico. [Development of a system for the disinfection of drinking water through electrochemical treatment]. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 19(75), 75-81.
- [27] Gobierno de México. (enero de 2022). COVID-19. Gobierno de México. <https://coronavirus.gob.mx/covid19/>.
- [28] Molina-Chalacan, L. J., Giler-Chango, J. L., & Albarracín-Zambrano, L. O. (2020). Prototipo para el control inmótico de oficinas UNIANDES Quevedo. [Prototype for imotic control of UNIANDES Quevedo offices]. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7(Especial febrero 2020), 1-10. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v33i1.2176>
- [29] OMS. (13 de mayo de 2022). Panel de control de la OMS sobre el coronavirus (COVID-19). OMS. <https://covid19.who.int/region/amro/country/mx>.
- [30] Peche-Cruz, H., & Giraldo-Supo, V. (2019). El Aprendizaje Flip Learning centrado en el estudiante como generador de calidad educativa. [Student-centered Flip Learning as a generator of educational quality]. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 4(8), 427-450. <http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v4i8.293>
- [31] Pérez-Espinoza, M, Espinoza-Carrión, C, & Peralta-Mocha, B. (2016). La responsabilidad social empresarial y su enfoque ambiental: una visión sostenible a futuro. [Corporate social responsibility and environmental approach: a sustainable vision to the future]. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(3), 169-178.

- [32] Rodríguez, C. Propuesta de Mejora Enfocada bajo una Gestión TPM, para reducir las pérdidas económicas del área impresión en Norsac S.A. Trujillo, 2017.
- [33] Rojas, M. Tesis de grado. Implementación de los pilares TPM (Mantenimiento total productivo) de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo, en la planta de producción Ofixpres S.A.S. Bucaramanga, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana, 2011.
- [34] Rojas, Oswaldo. y ROJAS, L. Diseño asistido por computador. 2011.
- [35] RoncaL, A. El ingeniero industrial y el diseño de productos. Ingeniería Industrial, 1992, no 002.
- [36] Suárez, C. y berdaseruera, D. Enfermedades emergentes y reemergentes: factores causales y vigilancia. Revista cubana de medicina general integral, 2000, vol. 16, no 6, p. 593-597.
- [37] Terán, E. Diseño asistido por computadora de un martillo excavador. 2010. Tesis de Licenciatura.
- [38] Torres, J. Diseño asistido por ordenador. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Granada, 1998, vol. 20.
- [39] Ulrich, Karl T.; eppinger, Steven D.; alvarez, Rebecca Virginia Madrigal. Diseño y desarrollo de productos: enfoque multidisciplinario. McGraw-Hill, 2013. en centros históricos. *Arquitectura e Ingeniería*.
- [40] Secretaría de Economía. (2013). NMX-AA-164-SCFI-2013. México: NMX.
- [41] UNESCO. (2011). *Recomendación sobre el paisaje urbano histórico, con inclusión de un glosario de definiciones*. Obtenido de Portal Unesco: http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=48857&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

Correo de autor de correspondencia: urfila.pe@pinotepa.tecnm.mx