

El ingeniero civil♦

En su 150 aniversario

Henry Petroski*

La ingeniería es tan antigua como la civilización, pero el concepto de ingeniero es relativamente moderno en comparación al de arquitecto o al de especialista en construcción. Esto no significa que no existieran ingenieros en el Egipto, Grecia y Roma de la antigüedad. Tal como los «*10 libros de arquitectura*» de Vitruvius lo indican, individuos de la antigüedad que hoy llamaríamos ingenieros concebían ingeniosos proyectos, diseñaban maquinaria para mover materiales de construcción y para asaltos militares a fortalezas. Tales ingenieros estaban muy relacionados con objetivos militares así como con la organización de fuerzas de trabajo semejantes a las de un ejército. El trabajo de los ingenieros estaba asociado naturalmente con objetivos militares y por ello la cualidad especial para desarrollar la operación y seguridad de ciudades amuralladas era de gran valor militar.

En el siglo XVII, los ingenieros militares en Francia estaban organizados como el *Corps des Fortifications*, también conocido como *Corps du Génie*. Esta era una organización de élite, con la mayoría de sus miembros pertenecientes a la nobleza francesa. A un ingeniero militar que también estaba involucrado con los proyectos de obra civil se le llamaba *Génie Civil*. Cuando el término *Ingenieur* fue establecido en Francia como un medio para distinguir a aquellos servidores públicos que tenían un entrenamiento más científico que el que poseía un técnico, la palabra también se usaba en la milicia para enfatizar las bases teóricas del *Corps des Ingenieurs du Génie Militaire*. La transición del énfasis militar al civil se completó en 1720 cuando fue formado el *Corps des Ingenieurs des Ponts et Chaussées*, dedicado especialmente a la construcción de puentes y carreteras. Para mediados del siglo XVIII, se estableció la *École Nationale des Ponts et Chaussées*, la cual es generalmente considerada como la primera escuela de Ingeniería Civil en el mundo.

♦ Artículo publicado en la revista *American Scientist*, Vol. 90, pp. 118-122, Marzo-Abril 2002, reproducido con autorización del autor y traducido por **Alejandro Durán Herrera** y **Salvador Villalobos Chapa**.



Fig. 1. John Smeaton fue el primer ingeniero en describirse a sí mismo como "Civil", para diferenciarse de los Ingenieros Militares. También fue punto clave para establecer en 1771 la Sociedad de Ingenieros Civiles en Londres. (Imagen cortesía del Instituto de Ingenieros Civiles).

Las bases teóricas altamente estructuradas de la ingeniería francesa contrastaban grandemente con las raíces prácticas de la ingeniería británica contemporánea, la cual fue basada de acuerdo a su experimentada mano de obra y fundada en un sistema de aprendizaje. Uno de los frutos de este sistema fue John Smeaton. Inició como fabricante de instrumentos matemáticos, pero su carrera marcaría un parteaguas en la ingeniería británica. Después de una visita a los países bajos en 1754, donde observó canales, muelles y molinos de viento, Smeaton regresó a Inglaterra con nuevas perspectivas. La reconstrucción que realizó en el faro de Edystone lo llevó a obtener una gran reputación en cuanto a la solución de problemas difíciles, y pronto logró ser reconocido como un Ingeniero que basaba su trabajo en cálculos e investigaciones experimentales en lugar de datos y reglas empíricas. Los artículos científicos que redactó lo condujeron a ser elegido por la *Royal Society*; su reseña experimental

* Duke University
E-mail: petroski@duke.edu

acerca de los poderes naturales del agua y el viento sobre los molinos es un documento clásico en el área.

En lugar de recibir órdenes dentro de una jerarquía militar, Smeaton se declaró a sí mismo como su propio jefe, teniendo como aliados solamente a los principios de la ciencia y la práctica de la Ingeniería. Para diferenciar su trabajo del que realizaban los Ingenieros Militares, Smeaton se auto nombró “Ingeniero Civil”, y para enfatizar su independencia declaró ser un profesional. Asumió el derecho de trabajar en diversas comisiones simultáneamente, y cobraba su trabajo basándose en el tiempo que invertía en cada proyecto en particular. Cuando era contratado por algún cliente, Smeaton estudiaba el problema y elaboraba un reporte de lo que encontraba con sus respectivas recomendaciones. El cliente lo podía contratar para realizar cálculos adicionales detallados, preparar dibujos de diseño y procedimientos. Se elegía un contratista para que ejecutara el trabajo y se asignaba a un Ingeniero residente para supervisarlos. Esta metodología de trabajo, innovadora en su época, es la forma en que trabajan actualmente las consultorías y bufetes de Ingeniería.

LA PRIMERA ASOCIACIÓN DE INGENIERIA

Para 1770, había un cierto número de Ingenieros practicantes como Smeaton, y debido a que con frecuencia eran necesarias decisiones gubernamentales para llevar a cabo un proyecto, generalmente estaban en Londres presentando y defendiendo sus diseños cuando el parlamento estaba en sesión. Estos ingenieros también atestiguaban ante la corte, y Smeaton era generalmente considerado como el primer testigo experto, su testimonio ingenieril era admitido como una opinión concedora en lugar de ser desechado como cualquier rumor. Como resultado de la evidente necesidad de conocer y discutir el estado del arte, aparte de otros aspectos de interés y experiencia, en 1771 se formó un Club Social y pronto se dio a conocer como la Sociedad de Ingenieros Civiles. De acuerdo a un miembro de dicho club, quien describió los eventos

que ocurrieron en una junta de 1778, los miembros pasaban el tiempo conversando, “canal, hidráulica, matemática, filosófica, mecánica, natural y socialmente”. El Club le debe a Smeaton la mayor parte del éxito y organización, pero con el tiempo él se retiró, y en 1792 el grupo se desintegró. Un año después de la muerte de Smeaton, la Sociedad renació como la Sociedad Smeatoniana de Ingenieros Civiles. En 1817 se convirtió exclusivamente en club social conocido como los Smeatonianos y mucho tiempo después de la muerte de Smeaton los miembros de la sociedad seguían brindando en su memoria.

Aún sin una educación formal de Ingeniería establecida en Inglaterra (el primer curso de filosofía mecánica se impartió en el Colegio Universitario de Londres en 1826), los Ingenieros más jóvenes sintieron la necesidad de algo más que solo un Club Social. La situación condujo a un pequeño grupo de ellos a una reunión convocada por el joven de 23 años Henry Robinson Palmer, y a principios de 1818 planteó una propuesta para formar una Sociedad “que facilitara la adquisición del conocimiento necesario en la profesión de Ingeniero Civil y para promover la Filosofía Mecánica”. La Asociación fue pronto nombrada *Institution of Civil Engineers*, y llevaba a cabo reuniones cada martes cuando el parlamento estaba en sesión. Solamente la guerra interrumpió esta tradición que perduró por muchos años.

Como requisito de membresía en la Institución cada miembro debía presentar en una de las juntas un artículo original durante el periodo del año en curso. El aumento de miembros hizo que esto fuera un requisito no viable, y en 1824 se anuló esta regla y a los miembros se les requirió redactar “mínimo un documento original y no publicado cada sesión o presentar un libro, mapa, plano, modelo o instrumento, de lo contrario se cobraba una multa la cual no sería parte de los fondos de la Institución sino utilizada para incrementar su acervo bibliográfico”. Estas condiciones de membresía se fueron haciendo menos estrictas

tas al paso de los años, pero para ser admitido como miembro corporativo o ser miembro honorable, se seguía requiriendo hasta hace poco tiempo que los Ingenieros donaran un libro o dinero para la biblioteca. Hoy en día, la biblioteca de la Institución posee uno de los más grandes acervos en materia de Ingeniería Civil en el mundo.

La membresía de la Institución de Ingenieros Civiles (ICE) era mayor a 150 en 1828, cuando la organización buscaba un estatus que le permitiera ser considerada como parte de la realeza, obteniendo con ello el prestigio y poder para “controlar y guiar a sus miembros hacia el interés público”. (Hasta la fecha es la ICE y no el gobierno quien establece los estatutos de los Ingenieros Británicos profesionales, una práctica también desarrollada en los países de la comunidad Británica). Como requisito para solicitar reconocimiento de la realeza, la profesión tenía que ser definida, y esto llevó a Thomas Tredgold a escribir su famosa definición de Ingeniería Civil como “el arte de dirigir grandes fuentes de energía en la naturaleza para el uso y conveniencia del hombre”.

LA INGENIERIA LLEGA A ESTADOS UNIDOS

El desarrollo de la Ingeniería Civil en Estados Unidos empleó una combinación única de los modelos Franceses y Británicos. La construcción del sistema de canales de Nueva York, que inició en 1817, le dio la oportunidad a hombres jóvenes y talentosos de aprender trabajando y ascender empezando desde cadenero en una cuadrilla de topografía hasta diseñar cerraduras para compuertas. De hecho, el canal Erie ha sido llamado “la Primera Escuela Americana de Ingeniería Civil” de Estados Unidos, y fue el principal campo de entrenamiento para los Ingenieros Civiles hasta principios de 1830, cuando de una institución basada en el modelo francés egresaban ingenieros con una formación diferente.

Entre los argumentos para establecer la academia militar de los Estados Unidos también los Ingenieros

Militares fueron de gran utilidad para diseñar y construir edificios públicos, caminos, puentes canales y todo el trabajo de naturaleza civil. Thomas Jefferson, quien apoyaba la fundación de una academia militar, deseaba que ésta se convirtiera en una escuela nacional para la ciencia. Con su nombramiento en el congreso en 1802, West Point se convirtió en la primera escuela formal de ingeniería en el nuevo mundo, pero no tenía un sistema enfocado a la enseñanza y evaluación sino hasta 1817, cuando Sylvanus Thayer fue nombrado director. Pidió la ayuda de Claudios Crozet, un egresado de la Ecole Polytechnique en 1809, que sin sorprender, adoptó el diseño de uniformes y libros de texto del sistema de educación de los Ingenieros Franceses.

A pesar de sus orígenes y propósitos militares, West Point también se convirtió en una fuente de educación general para los jóvenes que no estaban interesados en una carrera militar. Para 1830 era ampliamente reconocido que la educación ingenieril en la academia podía servir para diversos propósitos, incluyendo “dar una sana dirección del espíritu emprendedor” que en aquel entonces se comenzó a difundir en el país.



Fig. 2. Alden Partridge, graduado de West Point quien fundó en 1820 la Academia Americana Literaria, Científica y Militar. Establecida en 1834 como la Universidad de Norwich, que fue la primer institución académica en ofrecer la cátedra específica en Ingeniería Civil. (Imagen cortesía de la Universidad de Norwich).

Además se predecía que los alumnos de West Point liberarían al país de la Ingeniería de charlatanes que, en diversas ocasiones provocó profundas heridas al sistema interno de desarrollo.

La Secretaría de Guerra apoyaba el hecho de estudiar en la academia beneficiando al joven país en una “época de mejoras” y el Cuerpo de Ingenieros se convirtió en una fuerza importante dándole forma a la infraestructura del país. Pero los Ingenieros del Ejército sólo podían trabajar en las etapas iniciales de los proyectos civiles, y generalmente tenían que renunciar a su comisión militar para poder llevar a cabo cualquier construcción.

LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA CIVIL

Alden Partridge fue un egresado de West Point que trabajó un proyecto diferente. Él fundó la Academia de Literatura, Ciencia y Milicia que abrió sus puertas en Norwich, Vermont, en 1820 y pugnó por una educación más práctica y menos rígida que los cursos de estudio en West Point. Se opuso a los principios de las fuerzas armadas y formó un ejército de ciudadanos entrenados en escuelas militares a lo largo del país. A mediados de 1820 Partridge veía a su academia como una fuente de «Ingenieros formados para hacerse cargo de dirigir de la mejor manera la obra pública». Rápidamente se distinguió como un profesor de Ingeniería Civil. En 1834 la academia se convirtió en la Universidad de Norwich. A pesar de que la Universidad de Norwich no graduaba tantos ingenieros como West Point, es considerada como la primera escuela de Ingeniería Civil en los Estados Unidos.

La escuela que para mediados del siglo XIX se convirtió en un acérrimo rival de West Point en el área de Ingeniería Civil fue Rensselaer. La escuela de Rensselaer fue fundada en 1824 en Troya, Nueva York, por un terrateniente local llamado Stephen Vand Rensselaer, quien quería que la institución “calificara maestros para enseñar a los hijos e hijas de los granje-

ros y mecánicos, por medio de clases u otra manera, en la aplicación desde química experimental, filosofía, historia natural, hasta la agricultura, economía doméstica, las artes y manufactura”. Después de aproximadamente una década, bajo el nuevo nombre de Instituto Rensselaer, la institución comenzó su enseñanza en “Ingeniería y Tecnología”. Partridge se dio cuenta que el “ plan de educación práctico” empleado en Rensselaer era similar al suyo en Norwich y observó que ambos estaban cayendo en un enfoque muy teórico como el de West Point, estableciendo que «el claustro comenzaba a rendirse al campo, donde las cosas, no las palabras, son estudiadas». En 1835, Rensselaer graduó a un grupo de 4 estudiantes con los primeros cuatro títulos de Ingeniería Civil que se hubieran entregado en cualquiera de los países angloparlantes. Algunos de los Ingenieros Civiles más distinguidos del siglo XIX fueron graduados de Rensselaer.

Durante la década de 1830 el profesorado y las clases de Ingeniería Civil comenzaron a establecerse en otras instituciones educativas de todo el país, pero no solo la ruta académica era la única para distinguirse en ingeniería civil en el siglo XIX. James Buchanan Eads, nacido en 1820 y constructor del primer puente sobre el río Misissippi en San Louis y parte fundamental del proyecto de cómo mantener un canal para navegación en la desembocadura del Río Grande, obtuvo sus conocimientos por sí mismo, como muchos de sus contemporáneos. (No sería hasta 1860 cuando las leyes de garantía de tierra hicieron posible establecer escuelas de agricultura y mecánica en numerosas instituciones educativas especializadas en la formación de Ingenieros Civiles).

LA PRIMERA SOCIEDAD AMERICANA DE INGENIEROS CIVILES

Sin importar que fueran entrenados en campo o en aulas, se tenía una necesidad perceptiva entre los Ingenieros para compartir las experiencias profesionales y aprender los nuevos desarrollos tecnológicos. La

formalización de la Institución Británica de Ingenieros Civiles no pasó desapercibida, y durante la década de 1830 hubo algunos intentos fallidos de iniciar algo similar en los Estados Unidos.

El establecimiento de una organización local era una tarea más sencilla. La Sociedad de Ingenieros Civiles de Boston se inició en 1848 y se convirtió en la primera organización permanente de Ingenieros en los Estados Unidos. Su singular éxito era atribuido a la concentración de Ingenieros de los alrededores; sus rigurosos requisitos de membresía, que excluía ingenieros inmaduros, de poco prestigio, e inestables en la práctica profesional; el inmediato establecimiento de una oficina central donde se pudiesen llevar a cabo las reuniones y se contara con una biblioteca; además de actividades sociales y profesionales. Otra ciudad donde se tenía una concentración similar de Ingenieros en circunstancias semejantes era Nueva York, y no es sorprendente que un último esfuerzo exitoso para organizar a los Ingenieros Civiles a nivel nacional haya provenido de este lugar.

James Laurie, quien trabajaba como aprendiz de un fabricante de instrumentos, trabajó para un Ingeniero Civil en su natal Escocia antes de emigrar a los Estados Unidos a principios de la década de los años 1830 para trabajar bajo las ordenes de otro Ingeniero escocés llamado James Pugh Kirkwood. Laurie comenzó como un Ingeniero asociado en los ferrocarriles de Norwich y Worcester y ascendió a jefe de ingeniería y director de construcción. En poco tiempo comenzó a hacer trabajos de consultoría para ferrocarriles, canales, presas y compañías constructoras de muelles y puentes. Laurie fue uno de los fundadores de la Sociedad de Ingenieros Civiles de Boston, y cuando cambió su consultoría a Nueva York, se convirtió en la fuerza que impulsó el inicio de una Sociedad de Ingenieros Civiles en esta ciudad: Después de que la idea fue discutida entre algunos de los Ingenieros Civiles locales, se publicó un aviso en el *New York Herald* en 1852, y los profesionales del área fueron

invitados a asistir a una junta con el propósito de hacer arreglos para organizar, en la ciudad de Nueva York, una Sociedad de Ingenieros Civiles y Arquitectos (este nombre nunca fue oficial, ya que no se usó en ningún proceso formal de incorporación).

La reunión para organizar la Sociedad a la cual asistieron otros 10 ingenieros, se llevó a cabo en la oficina del Ingeniero Alfred W. Craven, el jefe del Departamento de Acueductos de Croton, quien era responsable de suministrar agua a la ciudad desde una distancia de 41 millas desde la presa del Río Croton. Las oficinas del Departamento se encontraban localizadas en el parque Rotonda, llamado así porque era donde se encontraba un edificio romanesco conocido como La Rotonda, que había sido construido como museo de arte para albergar paisajes pintados por el neoclasicista americano John Vanderlyn, cuyos trabajos también se exhibían en la Rotonda del Capitolio de los Estados Unidos. El edificio se encontraba localizado cerca de lo que sería el inicio de la entrada del puente de Brooklyn en Nueva York. La localización actual se encuentra en los terrenos del parque del

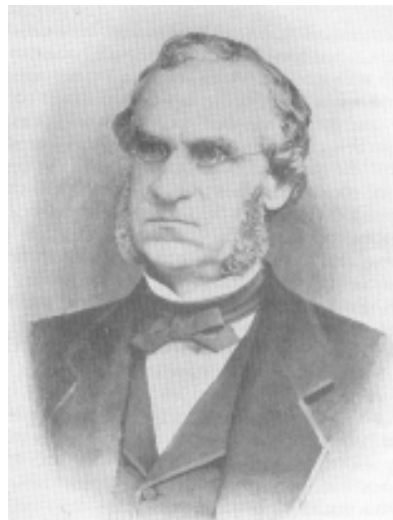


Fig. 3 James Laurie fue el primer presidente de lo que se convertiría en la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles, fundada en 1852. (Imagen cortesía de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles).

área administrativa de la ciudad y está identificada con una placa discreta.

Sin ser sorprendente, James Laurie fue electo como el primer presidente de la nueva sociedad, que rápidamente contó entre sus miembros invitados al ingeniero en puentes colgantes John A. Roebling, quien después llegaría a ser el diseñador del puente Brooklyn en Nueva York. Pero Roebling y otros prominentes Ingenieros Civiles que se unieron a la nueva Sociedad no se encontraban en Nueva York con regularidad y no se podía contar con ellos en las reuniones o para que sirviesen como oficiales. A las primeras reuniones a veces asistían sólo tres miembros (todos directivos) y como no había fondos para rentar un local, continuaron reuniéndose en las oficinas del Departamento de Acueductos de Croton. Después de tres años, las reuniones pararon y la sociedad se volvió inactiva. Durante este periodo se formó el Instituto Americano de Arquitectos, lo que llevó a los Ingenieros a adoptar el nombre más corto de Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.

Después de más de una década de inactividad, la Sociedad fue reorganizada y llevó a cabo su primera reunión general de la nueva era en 1867. El presidente Laurie fue sustituido por su maestro, James Kirkwood. En su dirección presidencial, Kirkwood reconoció la perseverancia de Laurie para organizar la Sociedad e hizo una semblanza de su turbulento inicio. Por falta de fondos había sido “una sociedad sin habitantes, sin habitaciones en las cuales los miembros foráneos se pudiesen alojar cuando se encontraran en la ciudad, y en la cual tanto los miembros de la ciudad como los foráneos pudiesen mostrar evidencia de que somos algo más que un pergamino para la sociedad”. También aludió a “la falta de comunicación profesional entre los miembros” y atribuyó esa falta de comunicación a la baja asistencia a las reuniones. Decidió que se emplearían los recursos provenientes de aportaciones monetarias y membresías para el éxito de la Sociedad en la “segunda etapa” de su existencia.

Kirkwood estimó que se necesitarían al menos 200 miembros para que la sociedad fuera viable y se dió cuenta que era una meta que se podía lograr. También se dió cuenta que para ese entonces había tantos ingenieros en los Estados Unidos como en Inglaterra y Francia, e Inglaterra tenía dos «florecientes sociedades de Ingenieros» y en Francia existía «por lo menos una». Abogaba por obtener documentos, procedentes ya sea de Nueva York o de miembros foráneos, para publicarlos en memorias que pudieran ser distribuidas leídas por ellos a lo largo y ancho del país. Kirkwood consideraba la difusión de los artículos, o por lo menos los resúmenes de ellos, como una parte esencial de la “continua y exitosa existencia” de la sociedad, y describió los tipos de comunicación por los que él abogaba:

«No es necesario que los artículos que deseamos sean muy detallados, que requieran mucho tiempo y trabajo para su elaboración, sino que sean breves y veraces, ilustrando algún grado de dificultad profesional o un punto de interés hacia el cual se haya enfocado el esfuerzo particular del autor. Nuestros errores en la construcción, los cuales tenemos la libertad de mencionar, siempre serán de más valor para otros que nuestro propio éxito...»

Kirkwood era un firme creyente de aprender de los errores, y aún en el esfuerzo de revitalizar a la Sociedad, creía que se deberían enfrentar las dificultades frente a frente, juzgando cómo pudieran evitarse o como enfrentarlas en un futuro. La nueva postura del presidente fue reiterada en un escrito del comité de documentos e impresiones, el que prometía dar arreglo a las lecturas cuando el autor no estuviera presente. Poco después los documentos que eran aceptados por el comité de publicaciones comenzaban a ser distribuidos mensualmente a sus miembros.

William Jarvis McAlpine, sucesor de Kirkwood, se dió cuenta de que si no había una Sociedad de Ingenieros establecida, la gente no vería los documentos con carácter profesional real. La meta de la sociedad fue la de ver el distintivo de “M.A.S.C.E.”, siglas

de *Member of the American Society of Civil Engineers* después del nombre del ingeniero para catalogarlo como profesional. Teniendo un control de quién era aceptado como miembro, la sociedad representaba un respaldo para la comunidad. Desafortunadamente, el bajo número de miembros se tornó en contra de la meta fijada porque las consideraciones fiscales no deslindaban del pago a los miembros que se dieran de baja. En 1867 la Institución de Ingenieros Civiles de Londres tenía 1339 miembros de todos los niveles, con fondos equivalentes a 10 veces el costo anual de la publicación de minutas y memorias. Además, el derecho de anexas las siglas "M.I.C.E." (*Member of the Institution of Civil Engineers*) a su nombre era codiciado por los Ingenieros Civiles Británicos, y como las reuniones eran llevadas a cabo en Londres durante las sesiones legislativas, a la ICE se le llegó a referir como el "Parlamento de los Ingenieros Civiles". Era el tipo de respeto que buscaban los ingenieros civiles de Estados Unidos.

El centésimo aniversario de la ASCE fue la ocasión para que se llevara a cabo una reunión conmemorativa en Chicago en 1952, y fue tomada como la oportunidad para denotar el aniversario número 100 de la profesión de Ingeniero en los Estados Unidos. A pesar de que la Sociedad haya deseado representar a todos los Ingenieros de Estados Unidos ajenos a la milicia, han proliferado sociedades especializadas desde la fundación en 1871 del Instituto Americano de Ingenieros en Minas y en 1880 la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos. El programa del 100 aniversario enlistó no menos de 65 organizaciones participantes, algunas de ellas representando subespecialidades como ingenieros en lubricación e ingenieros en refrigeración. La oficina de correos expidió una estampilla postal conmemorativa por el "100 aniversario de la ingeniería". La fundación de la ASCE se considera como la ocasión para celebrar el establecimiento de la profesión de ingeniero civil, lo que en el contexto histórico fue apropiado.

El año 2002 marca el 150 aniversario de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles, que actualmente cuenta con 125,000 miembros y es una de las Sociedades de Ingenieros más sólidas del mundo. Si se hubiera planeado un 150 aniversario de la ingeniería, para destacar la ocasión se hubiera tenido entre los participantes a organizaciones representando Ingenieros Biomédicos, Ingenieros en Computación, Ingenieros en Microelectrónica y de otras nuevas disciplinas de la Ingeniería. A pesar de que tales especialistas también podrían ser llamados Ingenieros Civiles, ha pasado mucho tiempo desde que ese término del siglo XIX ha sido lo suficientemente preciso para referirse a la profesión que al transformarse a sí misma también ha transformado al mundo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Calhoun, Daniel Hovey. 1960. *The American Civil Engineer: Origins and Conflict*, Cambridge, Mass Technology Press.
2. Committee on the History and Heritage of American Civil Engineering (ed) 1970. *The Civil Engineer- His Origins*. New York: America Society of Civil Engineers.
3. Hunt, Charles Warren. 1897. *Historical Sketch of the American Society of Civil Engineers*. New York: ASCE
4. Straub, Hans. 1964. *A History of Civil Engineering: An Outline From Ancient to Modern Times*, trans Erwin Rockwell. Cambridge, Mass: MIT Press.
5. Watson, J. G. 1988 *The Civils- The Society of the Institution of Civil Engineers*. London: Thomas Telford.
6. Wisely, William H., 1974. *The American Civil Engineer, 1852-1974: The History, Traditions and Developments of the American Society of Civil Engineers*. New York: ASCE.