

*Dr. Obispo de la diócesis de Cuenca*

NOVIEMBRE DE 1912

ECUADOR

Año I. Nueva Serie N° 5

# ANALES

DE LA

# UNIVERSIDAD CENTRAL

[Organo oficial de la Universidad Central del Ecuador]

COMISION DIRECTIVA

*Dr. Manuel Cabeza de Vaca*  
de la Facultad de Jurisprudencia

*Dr. Alejandro Villamar*  
de la Facultad de Medicina

*Dr. C. M. Tobar y Borgoño*  
de la Facultad de Ciencias.

## Sumario:

	Págs.
X <b>Giacomo Radiconcini.</b> —La ciencia y el arte de la construcción en Quito.....	207
X <b>Francisco Maldonado V.</b> —Desarrollo de una fórmula para calcular las distancias entre los soportes de un tubo de presión.....	245

Quito — Imprenta de la Universidad Central. — 1912.

# AVISO

---

Los "Anales" publicarán una nota bibliográfica más ó menos detallada de todas las publicaciones que se envíen á su redacción.

Les publications envoyées à la Rédaction des "Anales", seront l'objet d'une notice bibliographique plus ou moins détaillée.



ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

---

REPUBLICA DEL ECUADOR

Año I

Nueva Serie.—Noviembre de 1912

Nº 5 -174

# ANALES

DE LA

## UNIVERSIDAD CENTRAL

[Organo oficial de la Universidad Central del Ecuador]



X LA CIENCIA Y EL ARTE DE LA CONSTRUCCION EN QUITO

X POR EL PROFESOR GIACOMO RADICONCINI

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Muy lejos de nosotros se halla, al publicar este artículo, hacer muestra de fácil erudición; él no es otra cosa que un complemento necesario á los cursos de Arquitectura que desde hace cuatro años dictamos en la Universidad Central, y si le damos á luz en los "Anales", es porque su contenido interesa á los técnicos y á los estudiantes, tanto como á los habitantes todos de Quito, en quienes, patriotas como son, es de presumir que haya, como hay, el más vivo deseo de ver á su Ciudad cada día más hermosa.

Hasta hace poco tiempo la actividad constructora era casi nula en Quito. Si algo se construía ello era sin

sujeción á ninguna norma científica y en perfecto desacuerdo con las reglas del arte de la construcción. Hoy, por dicha, ya no ocurre lo propio.

Las causas que á ello han contribuído son varias: el contacto más frecuente con el extranjero, la aparición de una nueva generación, á no dudarlo, más progresiva, el aumento de la población, la facilidad de comunicaciones con la Costa, la lectura de las publicaciones técnicas, la corriente de ilustración creada por una prensa local más moderna, etc. Todo ello reunido ha hecho, no cabe duda, nacer necesidades nuevas en la Ciudad, y por ende, ha estimulado intereses y desarrollado actividades que antes ó no existían ó permanecían dormidas; se ha preparado así un ambiente propicio para emprender en construcciones nuevas, de acuerdo con los principios modernos y con un gusto más refinado.

Prueba inequívoca de la corriente en este sentido es la formación de un plano regulador de Quito y la creación de la Oficina Técnica Municipal, cuya necesidad hicimos nosotros sentir desde que llegamos al Ecuador, y que se deben á los esfuerzos del decano de nuestros técnicos Sr. Pérez y á la actividad y perseverante entusiasmo del ingeniero Guarderas. Pero lo que prueba, sobre todo, la existencia de esa feliz corriente es el número, cada vez mayor, de construcciones, que se traduce en un renovamiento de la Ciudad.

Ahora bien, es precisamente acerca de esta renovación que se necesita llamar la atención de las autoridades y de los particulares porque si se sujeta á un conjunto armónico de leyes y reglamentos adecuados y si se hace dirigir por personas verdaderamente entendidas en las ciencias y en el arte, proporcionará á los ciudadanos, con economía, comodidades y nuevas bellezas en su Ciudad y en el menor tiempo posible se pondrá esta entre las más bellas y cómodas ciudades modernas; pero si procede á esta renovación la sola buena voluntad, el mero capricho de los particulares ó el antojo de técnicos incapaces, y de indígenas rutinarios, se habrá comprometido la continuidad de la renovación ocasionando retrocesos en lo ya hecho; se cometerán así perniciosos y

probablemente insubsanables errores, con pérdida de tiempo, de dinero y de energías, preparando (y esto es lo más grave) á las gentes del porvenir una herencia de la cual ciertamente no han de quedar muy agradecidos.

El asunto es muy grave y delicado no solo porque irrita susceptibilidades, sino también porque abraza intereses públicos y privados, morales y materiales, actuales y futuros, lo más notables.

Pero parece ya llegado el tiempo de proceder. Mas para ello se necesita que alguien tenga el valor suficiente para manejar publicamente, con una caridad que casi resulte cruel, el cuchillo anatómico con espíritu saturado solamente de un previsor y cuidadoso afecto hacia la Ciudad y con la mirada fija *en el Quito del porvenir, de un Quito satisfecho* de su población renovada, y de su bullicioso trajín en cómodas plazas y calles, entre edificios y monumentos soberbios; satisfecho del verdor de sus perfumados parques, en la eterna primavera con la cual la naturaleza quiso prodigarle sus favores.

Por esto decimos, la necesidad de la transformación edilicia de la ciudad, de ciudad colonial en ciudad moderna, se impone; esta transformación, si no es convenientemente dirigida, dará lugar á pérdida de tiempo, de dinero y de energías ocasionando á las futuras generaciones gastos y daños incalculables; y para empezar á poner sobre la recta vía la solución del complicado problema se necesita fundarla sobre tres bases fundamentales, que son las siguientes:

1<sup>o</sup> Crear un conjunto armónico de leyes y de reglamentos apropiados y de instrumentos adecuados para aplicarlos y hacerlos efectivos en su caso;

2<sup>o</sup> Establecer qué requisitos deben poseer los técnicos para ser admitidos al ejercicio de las artes de la construcción en Quito;

3<sup>o</sup> Una tarifa de los precios de los varios materiales y de la mano de obra con los análisis respectivos, así como los tipos para establecer las condiciones de la licitación ya para las obras públicas ya para las particulares.

No pretendemos profundizar en argumentos tan vastos y complejos, improducentes en las pocas páginas

que nos concede esta revista; nos basta, pues, llamar la atención de las autoridades y de las personas cultas sobre la materia y sobre la obra de propaganda persistente emprendida por nosotros desde que llegamos á este país, y ejecutada con inagotable buena voluntad en vista de arrancar las construcciones al empirismo, á la ignorancia y á la caprichosa rutina, propugnando por todo cuanto pueda servir á generalizar los más sanos conceptos y á elevar la cultura en las artes en general y de la arquitectura de las ciudades en particular.

Desfloraré ligeramente, aquí y allá, los argumentos y seré franco, seguro de que se me excusará la franqueza en razón del noble fin que me propongo, ya que esta vez verdaderamente el fin sí justifica los medios.

I

NECESIDAD DE UNA AUTORIDAD EDILICIA

Hace poco tiempo, en una de las calles principales, un propietario al reconstruir su edificio fue forzado á levantar la nueva fachada varios metros más atrás de la vieja, y el terreno así concedido á los transeuntes no le fue indemnizado.

Otro propietario, en la misma calle, sacó su edificio hacia ella usurpando diez y seis centímetros en todo el frente de su nueva construcción, y las autoridades competentes se vieron obligadas á inclinar la cabeza ante los hechos consumados.

Cada día se presentan á la Municipalidad proyectos de nuevas construcciones, alguna vez firmados por personas no técnicas; proyectos que son, no decimos la negación de toda ciencia y de toda arte, sino que llegan hasta á ser una atroz ofensa al buen sentido y al buen gusto, y, que constituyen sobre todo, un atentado al bolsillo del propietario, no obstante lo cual el ingeniero municipal se ve en el caso de aprobarlos.

Estos tres ejemplos escogidos al caso entre los innumerables que se podrían citar, y que constituyen el primero una ofensa al derecho privado, el segundo una

injuria al público y el tercero una al decoro de la ciudad, dan idea del estado actual verdaderamente embrional de la legislación en la materia.

## II

Hay también un caso típico que se repite, puede decirse, cada día, y que causa enorme lesión en los derechos de propiedad, no obstante lo cual las autoridades lo practican por costumbre sin parecer caer en la cuenta del alcance del hecho, hecho que los ciudadanos soportan pasivamente como soportan la lluvia, el grani-zo, el terremoto.

Me refiero al repetido cambio de nivel de las calles que una vez dejan las casas fronterizas en el aire, y otra vez las hunden, más ó menos, bajo el nivel del suelo.

Un ejemplo típico de esto es lo ocurrido en una casa en la esquina del llamado Puente de Venezuela: el propietario queriendo construir su edificio presentó los planos á la Municipalidad y pidió que esta le fijara el nivel y el lineamiento de las fachadas.

Una vez obtenida la autorización de la Municipalidad el propietario empezó su construcción. Cuando esta llegaba casi á su término, la Municipalidad ordenó la sistematización de la plataforma del frente; se hizo entonces una nueva nivelación; y el resultado final fue que la casa del precitado propietario quedó en el aire debiendo por fuerza añadir una gradería á las puertas de las tiendas y á la de entrada de su casa!

Ahora bien la nueva nivelación no se explica por ningún motivo de absoluta necesidad, y, sin embargo, el propietario, á más de ver dañado y convertido en incómodo su edificio, debe resignarse á gastos no despreciables para conformarlo á las nuevas circunstancias.

Nos parece inútil profundizar el argumento. Todos comprenden el alcance de él.

Supongamos que un padre de familia emplea todos sus modestos ahorros en la construcción de una casa, asegurándose con ello una renta del diez por ciento. Si mañana la Municipalidad cambia el nivel de la calle (y

el cambio se hace siempre sin ninguna imprescindible necesidad y sin verdaderos estudios científicos) se presentarán necesariamente dos casos: ó la casa queda perfectamente dañada, ó la casa resultará mejorada á condición de que el propietario gaste más dinero para conformarla á la nueva calle. En los dos casos, generalmente el propietario verá disminuir su renta y en el segundo deberá además recurrir al crédito.

De este modo se llega sin razón fundada á cambiar aspecto, carácter, importancia y valor á una propiedad privada independientemente del querer del propietario cambiando caprichosamente el nivel de riqueza de una familia y tal vez poniendo á un pacífico ciudadano en el apuro de ir á buscar plata á interes para arreglar su casa.

En conclusión, por poco que se reflexione sobre lo que pasa diariamente á propósito de las construcciones en Quito, debemos sentar que es indispensable reformar é integrar la legislación referente á las construcciones.

Tanto más que puede decirse que las construcciones dependen del antojo de algunas pocas personas y en último análisis de lo que decreta la Comisión sobre ornato.

Pero la manera como está compuesta, como funciona esta Comisión y como se actúan y se respetan sus dictámenes, todos lo saben.

Las tres personas que componen la dicha Comisión son siempre, á no dudarlo, personas ilustradas y que se someten á molestias y á trabajos sin remuneración por puro patriotismo; pero si para comprar, pongamos el caso, un caballo, cualquier persona de sano criterio por ilustrada que sea, llama un entendido, ¿para juzgar de cuestiones técnicas y delicadas, á menudo originadoras de graves consecuencias y casi siempre sobre dibujos y documentos técnicos, no será necesario llamar personas del oficio?

¿Y el ingeniero Municipal, que seguramente no podrá jamás ser un enciclopedista en la técnica, se alcanzará á alumbrar "brevi calami" á los dos colegas no técnicos de la Comisión?



¿Y es soportable la anomalía de una Comisión compuesta de un miembro competente (cual debe ser el ingeniero comunal), el cual debe dar luces á dos miembros incompetentes que pueden encontrarse en conflicto de opinión entre ellos y no aceptar el parecer del miembro técnico que además es un subordinado?

Mas, no vale la pena de perderse en demostrar la peligrosa inutilidad de una institución que evidentemente es en el día un anacronismo pernicioso.

La crítica que destruye sin reedificar es una crítica fácil, cómoda y brillante para su autor, que puede sacar de ella pábulo para su vanagloria, pero todos ven que no es esta crítica la que queremos nosotros hacer.

Indicamos males indiscutibles y evidentes y proponemos remedios. Si los remedios no gustan, no importa; lo esencial es para nosotros llamar la atención, provocar discusiones, en fin poner al "orden del día" las interesantísimas cuestiones relativas á las construcciones y á la renovación de la Ciudad. Del choque de las ideas nacen las buenas determinaciones.

Abolida, según indicamos, la Comisión sobre ornato, y, por caridad hacia la Patria, las varias ordenanzas relativas al ornato, que constituyen su Evangelio, se presenta la necesidad de constituir un magistrado que dictamine no solamente sobre las construcciones, sino también sobre todo el movimiento edilicio de la ciudad y sobre las cuestiones anexas.

Este magistrado, evidentemente, para que pueda responder al fin de su institución, deberá ser adecuado, competente y hallarse por encima de cualquiera sospecha, quiere decir, será tal que ofrezca á los ciudadanos la más segura confianza de obrar ilustradamente, por el exclusivo bien y por el decoro de la ciudad, en el interes de todos que es en último análisis, generalmente, el bien de cada uno.

No es el caso de dictaminar aquí los modalidades para la institución de un tal magistrado, lo que debe ser el fruto de estudios, completos basados sobre cuidadosas pesquisas y discusiones, tomando en cuenta lo que se ha hecho y se hace al respecto en ciudades más adelan-

tadas y que han recorrido más ó menos el camino que deberá recorrer Quito para llegar á ser una ciudad moderna.

Pero, podemos desde ahora afirmar que esta autoridad no deberá indudablemente hallarse formada de pocos miembros, así como debemos afirmar que es preciso que estos sean ciudadanos particulares, de reputación intachable y que hayan vivido, ó á lo menos, hayan viajado en el extranjero; técnicos y artistas entre lo más afamados, algún médico, algún financista, y los directores de los más importantes diarios de la Ciudad.

Y puede ser que la Comisión así constituida por personas honorables, de aptitudes, de conocimientos y de posición social tan diferente, resulte la autoridad más apropiada y que ofrezca mayores garantías de imparcialidad para fijar cada vez ó en virtud de normas por ella misma establecidas, los requisitos que deberán exigirse á los técnicos que quieran ejercer en Quito las artes de la construcción.

Como también debía ser la misma Comisión, quién debe preparar á los cuerpos competentes el material necesario para la reforma y la integración de la legislación sobre las construcciones y sobre todo lo que se refiere á la transformación edilicia higiénica de la ciudad.

Y es necesario establecer criterios ciertos, y seguros que deban seguirse en los casos corrientes de las construcciones ya para evitar que los intereses particulares superen y opriman los generales ya para que no pase de ver diariamente reunirse personas y hasta autoridades y técnicos á discutir sobre el modo de resolver á su antojo problemas técnicos cuya solución científica se encuentra en los libros más elementales del arte.

#### NECESIDAD DE UN REGLAMENTO EDILICIO

Efectivamente la obra del magistrado antedicho no podría tener la deseada eficacia si no fuese basada sobre un conveniente Reglamento acerca de las construcciones, Reglamento que fije las normas fundamentales á las cuales deben someterse y uniformarse las varias cla-

ses de construcciones por el lado de la higiene de la comodidad, de la estética, y de la ornamentación, y que prescriba las reglas necesarias para que se ejecuten sin daño, ni perjuicio de terceros en particular, y del público en general.

Repetimos, el poco espacio que nos concede esta Revista, no nos permite desenvolver á fondo argumentos tan vastos y complejos.

Podríamos más bien, proporcionarnos campo suficiente para tratar esaurientemente algún lado particular de la importantísima cuestión del renovamiento de Quito, pero reservándonos seguir en nuestra obra de propaganda en campos más oportunos, preferimos aquí desflorar el problema para llamar la atención de las personas cultas, procurando así que la cuestión ya madura del renovamiento de la Ciudad sea tomada en debida cuenta por el Gobierno, las Cámaras, la Municipalidad, y los ciudadanos ilustrados y amantes del hogar.

Por que, repetimos, á más del lado estético, de comodidad, de higiene, de moralidad y patriotismo, la cuestión implica un movimiento de capitales enorme é hipoteca en varios modos el porvenir.

No nos demoraremos pues en demostrar hasta agotar la imprescindible necesidad de un Reglamento acerca de las construcciones.

Pero queremos valernos de la circunstancia para indicar algunos hechos que justifican nuestra obra de propaganda. Si se quisiera demostrar la necesidad del Reglamento sobre construcciones, sería menester tomar en cuenta inconvenientes cuya sola enunciación impresiona y da materia de reflexión á cualquiera.

Indicamos algunos:

Casi diariamente se presenta el caso de obreros que se hieren, caen y tal vez mueren por accidentes del trabajo. Generalmente esas desgracias ocurren por la manera inconsulta de hacer los andamios.

El propietario no da la madera adecuada y suficiente, el albañil hace lo que puede y trabaja guardando el equilibrio sobre una madera inestable cualquiera ó dobla-

do encima del muro. Cae, se hiere, muere, sin una flor, sin una lágrima y otro viene á arriesgar su vida y el sostenimiento de su familia en las mismas, idénticas, condiciones.

Todo lo dicho, si hace desear que también en Quito se empiecen á aplicar los postulados resultantes del enorme trabajo cumplido por los gobiernos, los parlamentos, las gentes competentes en la materia, por tantas sociedades é instituciones diversas, referentes á la protección del obrero, conduce sobre todo á pensar en la necesidad de generalizar el concepto de que para que la máquina humana pueda dar el máximum y mejor rendimiento, debe ser mantenida en óptimas condiciones físicas y morales.

La deficiencia de nutrición en los obreros quiteños, el abuso del alcohol, la falta de todas providencias para ellos, la incomodidad y deficiencia de los medios y de los sistemas de trabajo, el irracional espíritu de economía de los propietarios, son (así lo creemos) precisamente las causas primordiales del poco rendimiento de trabajo útil del obrero quiteño en comparación de lo que dá el obrero por ejemplo italiano.

Indicamos otro hecho: **HISTÓRICA**

En estos últimos tiempos hemos visto acabar casas con un solo piso habitable, á flor de tierra ó casi.

El propietario que habrá encontrado muy bonito, lindo, bien dibujadito (son las frases sacramentales) el proyectito, también porque ha creído gastar menos, concluida la construcción habrá constatado que sus cuartos están sometidos á la curiosidad indiscreta de los transeuntes, á la humedad y al polvo, al ruido y á otros tantos inconvenientes del contacto con la calle, con cuanto perjuicio de la moralidad, de la higiene y de su balance familiar todos pueden juzgarlo.

Y á propósito de la humedad en los pisos á flor de tierra, rara es la casa en Quito que no tenga estos pisos húmedos. Recientemente se pusieron á la moda los *intercapedines*, pero creemos que así como hoy se hacen, mientras no suprimen la humedad, resultan maravillosas estaciones de cría y de desarrollo para toda clase de mi-

crobios y de parásitos, formando verdaderos focos de infección.

Lo mismo se debe decir con respecto á las alcantarillas.

Sin embargo los tratistas enseñan la manera de que queden secos los pisos á flor de tierra y desde la época de Augusto, Vitruvio escribiendo su Tratado (que es el más antiguo que se conoce) indicaba el modo de construir pavimentos á flor de tierra sobre las cuales se pueda andar á pié desnudo sin sentir la impresión del frío y sin que produzcan polvo.

Y como se nos da el caso de nombrar el polvo que construye uno de las más grandes incomodidades, especialmente en las horas pomeridianas del verano quiteño, llamaremos la atención de los lectores] sobre los intolerables inconvenientes á los cuales da ocasión la costumbre de los propietarios de acumular la tierra y los productos de las demoliciones precisamente en medio de las calles públicas esperando que el providencial viento de la tarde venga á aliviarles de la obra de transporte.

Ni es el viento solamente que llevando las tierras abandonadas á las tiendas y á la calle, perjudica la salud pública; otros muchos actos practican diariamente los propietarios para contrarrestar la naturaleza que quizo hacer de Quito una de las ciudades más saludables del mundo.

Queremos hablar, por ejemplo, del modo como se libran los propietarios de las aguas y, en general, de los líquidos sucios de las casas.

Los conductos, hechos de materiales permeables mal cimentados, de dimensiones, formas y pendientes arbitrarias, sin las necesarias oclusiones, son verdaderos atentados á la salud pública y constituyen la causa, no la menos importante, de ciertas infecciones que especialmente en el verano siegan tantas víctimas.—En la casa en donde nosotros vivimos el caño del patio termina sobre la vereda de la calle pública!!!

Los hechos que acabamos de citar no se han escogido á propósito; son los primeros que se nos han presentado á la mente.—Estos y los numerosísimos otros

que se podrían mentar, nos conducen á la constatación de algo, por lo demás elemental: que no se puede dejar á los propietarios abandonados á sí mismo. Por más buena voluntad, por más patriotismo que tenga, el propietario construirá ó renovará su casa haciendo obra más ó menos imperfecta, pero siempre dañina para la higiene y la comodidad pública y privada.

### LAS CONSTRUCCIONES EN QUITO

Y para que no se crea que por comodidad polémica exajeramos los colores llega á propósito aquí el decir algo sobre las construcciones quiteñas. Nos daremos así mismo modo en el transcurso de este trabajo de hacer observaciones y citar hechos notables para nuestro fin.

Las construcciones de Quito se forman generalmente conforme á un tipo fundamental único cuya sencillez elemental hace que cualquier indio por poco inteligente que sea pueda dárselas de arquitecto y á mayor razón que cualquier propietario pueda razonablemente creerse un "quid medium" entre Miguel Angel y León X su Mecenas.

A la primordial sencillez de las construcciones quiteñas se debe el que audaces extranjeros que nada ó muy poco han tenido de técnicos, mediante el solo recuerdo de lo que habían visto en otros países y mediante un conocimiento cualquiera del dibujo, hayan podido ser escogidos como otros tantos Leonardos de Vinci.

De paso hacemos observar una deficiencia en la organización escolar. Y es que mientras hay una Escuela de Bellas Artes, no se enseña ni los elementos del dibujo en la mayor parte de las escuelas comprendiéndose aún el Instituto Mejía, que es la escuela que suministra á la Universidad los alumnos que debían ser arquitectos, ingenieros, agrimensores etc.

Volviendo á nuestra cuestión, la distribución de la casa, como la de la Ciudad es la reticular ortogonal, quiere decir la más elemental y la más sencilla, cuya pobreza y monotonía no debe sorprender á nadie porque nace de los tiempos de la colonización española y los

colonizadores no estuvieron seguramente familiarizados con las comodidades, las fantasías y las delicias del arte.

El tipo característico de la casa quiteña recuerda la casa griega con su *Gineconitis* y su *andronitide* colocados uno después del otro en una normal al frente de la calle, ó más bien la casa romana en su más sencilla expresión.

En pocas palabras: se trata de cuerpos de fábrica que encierran espacios descubiertos cuadrangulares.

Y como, á diferencia de los Estados Unidos en donde las manzanas tienen forma de rectángulos acentuadamente prologados, en Quito las manzanas son más ó menos cuadradas, las casas resultan con una sola fachada ó á lo más con dos, en el cual caso están ingenuamente y uniformemente unidas con un chaflán.

Los límites de variabilidad muy vecinos de las dimensiones planimétricas de las varias partes de las construcciones, de las alturas de los pisos, del tamaño (siempre limitado) de los vanos, debida principalmente á la identidad y pobreza de los materiales, la exclusión de las bóvedas y de los arcos, la rudimentaria, uniforme y mísera ornamentación contribuyen á hacer de la casa quiteña un tipo estereotipato realizable con una sola receta y de las más sencillas.

Ni el número de los pisos, ni los cimientos ofrecen dificultades, de manera que á lo menos por ellos no es menester acudir á la ayuda de un técnico experimentado.

El número de pisos no es generalmente superior á dos y cuando es de tres se repite con los mismos inconvenientes [por lo menos] en los pisos superiores la distribución del piso bajo, aumentando caprichosamente el grueso de los muros y desarrollando de la manera más inesperada escaleras que viajan por acá y por allá entre cuartos y corredores, ocupando enormes espacios y molestando toda la casa.

Por lo que refiere á los cimientos, la naturaleza del terreno rinde á este apto para desarrollar casi en su superficie la reacción que requieren los más monumentales edificios. Así que no se necesitan las maquinarias y los trabajos hidráulicos, las obras de madera y de metales

indispensables en los terrenos agüíferos y lagunares por ejemplo de Venecia; las minas y el penoso trabajo de las perforatrices, de las mazas y de los picos de los terrenos conglomerados rocallosos como en ciertos puntos de Nueva York; las pilastras de diez, once y hasta de quince metros de fondo con la serie de arcones enormes necesarios para transmitir la carga al terreno suficientemente resistente en Roma.

Ni ocurren aquí las dificultades, alguna vez gravísimas, que presentan por ejemplo en la Roma baja las aguas subterráneas en las construcciones, por sí mismas y en relación á la estabilidad de los edificios vecinos.

Ni basta porque en este terreno verdaderamente privilegiado de Quito no se necesitan tampoco las obras de apuntalamiento y de aseguración de las zanjas [siempre costosísimas] ya por el index de las tierras, ya porque como ya dijimos, dado el tipo de las construcciones cuya máxima altura llega al rededor de catorce metros, ya á pequeña profundidad el coeficiente de seguridad resultante de la relación entre la proporción unitaria transmitida por la construcción á la superficie ínfima de la fundación y la reacción mínima potencial del suelo, es siempre superior en mucho á la unidad.

Y como esta reacción en los lados de las zanjas [excepuando alguna vez la capa superficial] no es muy diferente de la que se desarrolla en el fondo y generalmente dicho coeficiente alcanza la unidad apenas bajo la corteza superficial, sucede que mientras que el trabajo de excavación se reduce á formar una zanja de dimensiones planimétricas algo superiores á las del muro y con las paredes verticales, la obra de albañilería se limita á llenar la zanja con piedra igualada con cascajo y cementada con barro arcilloso empastado con agua.

La mezcla de cal y arena [en la cual siempre ponen algo de barro] está reservada para las grandes ocasiones, para los edificios excepcionales y solo en las filas más altas.



Creemos haber sido nosotros los primeros que hayamos construído en Quito cimientos de sola piedra y mezcla, combinaciones de arcos rectos é invertidos, todo según las dimensiones que resultaban de los cálculos estáticos oportunamente establecidos para asegurar la estabilidad del edificio.

Y como se nos ocurre hablar de cálculos, es oportuno notar, que no sólo en los cimientos los cálculos de estabilidad son completamente proscritos de la práctica de las construcciones en Quito, sino también en cualquier parte y clase de construcción, hasta en los puentes [!]. Y la sola guía en el imaginar, proyectar, contratar y ejecutar una obra cualquiera es *el ojo y el oído*.

Y como, naturalmente, también en Quito los sentidos humanos son imperfectos, tendremos que el técnico experto, descubre fácilmente en los edificios partes excesivamente resistentes que por lo menos representan un daño económico para el propietario, y otras partes tan débiles que nos hacen pensar que, como el Dios del refrán ayuda á los niños y á los borrachos, debe ayudar también á algunos constructores.

Esto nos conduce naturalmente á considerar la cuestión bajo el aspecto de los resultados económicos.

Cualquiera podría pensar que construcciones hechas de la manera indicada, deben resultar con un ínfimo costo; así que dado el alto precio de los arriendos en Quito y los pocos gastos de conservación, impuestos, etc. del propietario, deben también representar un empleo de capitales absolutamente ideal.

Pero no es así.

Un volumen—tipo de construcción en Quito, sin embargo de ser tan primordial, cuesta mucho más que un volumen—tipo, igual de construcción de clase elevada en Roma.

Y tomamos como ejemplo á Roma no sólo por conocer á fondo sus construcciones, á causa de haber nacido, estudiado y ejercitado nuestra profesión durante doce años en ella, sino también, porque las construcciones corrientes en Roma tienen todavía algo del monumental

antiguo y, por consiguiente, cuestan más de lo que permitirían los criterios económicos que rigen hoy día la materia.

Para comprender bien el alcance de la constatación que acabamos de hacer y que es un valiosísimo argumento para el fin que nos propusimos, de reunir las mejores inteligencias patrióticas y las mejores energías al rededor de la obra de transformación edilicia de la Capital, hagamos una rápida comparación entre los capítulos de gastos que encuentra una persona acomodada para construir una casa de arriendo en Quito y los encontraría para construir una casa de la misma clase en Roma.

Por lo que se refiere á la preparación del terreno y los cimientos, hemos ya dicho que en Quito los trabajos se reducen á limpiar y nivelar el terreno, á la excavación de zanjas de un metro ó poco más de fondo, y á rellenarlas de piedra y cascajo cementado con barro.

No sucede así en Roma en donde generalmente se necesitan medios mecánicos y no es raro el caso de que el constructor vea en una platea costosa de hormigón la única salvación de dificultades y gastos de otra manera insoportables.

Es, en fin, común el caso de verse en la precisión de construir bajo tierra un volumen de muratura más ó menos igual al de sobretierra.

En Quito los muros son en una pequeña porción de piedra de cantera, generalmente son de ladrillos crudos, casi siempre fabricados en el lugar; la materia cementante es el barro, excepcionalmente la mezcla de cal y arena, pero siempre con  $\frac{1}{3}$  ó  $\frac{1}{4}$  de barro, excavado en general en el lugar mismo.

Los pisos consisten en sencillos entablados sobre vigas aserradas ó únicamente cuadradas.

Los cielos rasos son de cañas enteras ni siquiera tejidas, revestidas de barro ó de mezcla con arcilla.

Las escaleras son de madera, del tipo más rudimentario.

Las cubiertas son de tejas encorvadas sobre un tejido de cañas, sostenido por medio de un caprichoso enredo de palos, palitos, vigas y cuerdas.

La ornamentación se reduce á aplicaciones sobre las paredes de copias de tarjetas ó publicaciones extranjeras, de elementos entresacados del Vignola sin ningún criterio de arte y á despropósito, construídos con barro, ó con mezcla arcillosa.

No hay estucos, ni modelos, ni “calchi” ni materiales nobles, ni pinturas decorativas que merezcan este nombre.

La decoración de los cielos rasos es hecha con papel tapiz.

Las puertas y ventanas son tan sencillas que muchas no tienen tampoco el batido, y siempre se hallan faltas de las costosas herramientas que sierran y fijan las de Roma.

No se usan puertas rotativas, ni dobles puertas, ni dobles ventanas, ni persianas.

No se necesitan ni los aparatos, ni las instalaciones complicadas para la calefacción y ventilación; ni las redes de tuberías de gas, aparatos eléctricos, teléfono, agua potable; ni las del desagüe, y todo convenientemente escondido, disimulado ó hecho argumento de decoración.

No hay aquí las costosas instalaciones de las cocinas, de los baños, de los excusados, de las lavanderías, ni ninguna de las providencias higiénicas, siempre tan costosas, que imponen los reglamentos municipales de Roma.

Mas no es sólo de la comparación entre una construcción de Roma, y una de la misma clase de Quito, consideradas en sí y por sí mismas que debería resultar un costo incomparablemente menor para la construcción quiteña.

Para la casa de Roma ocurren gastos que no entran propiamente en la construcción; así por ejemplo el 10% á lo menos del valor del trabajo, va normalmente bajo varias formas al ingeniero que proyecta y dirige la obra; mientras que en Quito es raro el caso de proyectos pagados cien sucres y la dirección pagada con ochenta, mientras es general el caso de proyectos pagados de 50 hasta 5 sucres, reservándose el propietario con sus indios el manejo de la obra.

En Roma, el propietario debe no solo pagar el proyecto, mas también las tres copias de cada plancha, el papel sellado, los timbres fiscales, la redacción de los varios oficios para conseguir la aprobación del proyecto, el permiso de construir, el permiso de ocupar el suelo público por tiempo determinado y el aire público con los balcones y demás obras sobresalientes cuando es del caso.

Debe directamente ó indirectamente pagar el seguro de los obreros que emplea, el seguro de incendio, los varios impuestos entre los cuales es no pequeño el que se refiere á la alcabala para la entrada en la ciudad de los materiales.

Debe asegurarse contra los ladrones y gastar para aislar su solar rodeándole de un entablado de cuatro metros de alto, sostenido por una armazón apropiada de vigas y con entablados sostenidos por medio de robustas armazones sobre ó bajo pasajes para reducir al minimum el obstáculo creado al tráfico público y en todo caso garantizar absolutamente la incolumidad de los transeuntes.

Para este fin, (á más que para garantía de los obreros y facilidad de la construcción) en vez de los rudimentarios andamios de Quito es indispensable construir un verdadero castillo de madera con planos inclinados, escaleras de tablas y vigas, y proveer á las maquinarias y á los instrumentos de transporte y de elevación de los materiales, que sustituyen las espaldas de los indios.

Y no es esto todo: hechas las debidas consideraciones resulta más cara la mano de obra y los materiales en Roma que en Quito.

Y decimos hechas las debidas consideraciones, porque si por ejemplo es verdad que el trabajo útil de un obrero romano es mucho mayor que el de un indio quiteño, sin embargo los trabajos son mucho más complejos y complicados y están sujetos á reglamentos férreos que ocasionan gastos y empleo de tiempo improductivo.

En fin no se debe despreciar el monto de las "multas" que el propietario debe pagar y en las cuales es imposible no tropezar muchas veces en el curso de la obra,

con tantas restricciones legislativas como son las que existen.

El último gasto que el propietario encuentra en Roma es el de hacer visitar á las varias comisiones de técnicos é higienistas el nuevo edificio y obtener que sea declarado conforme á los planos aprobados, á las leyes y reglamentos y entonces utilizable según su destinación.

Ahora bien, ligeramente espuesto todo lo dicho, nosotros nos preguntamos:

¿Cómo puede ser que dada una tan grande diferencia entre el edificio de Roma y su primordial hermano de Quito, y dada un tanto más grande y multiforme razón de gasto en Roma, como puede ser, repetimos, que la construcción de Quito, cuesta más que su semejante de Roma?

Y hay que tener en cuenta que la repetición en Quito del mismo estereotipato organismo constructivo por tantos años y años, debía, con la perfección de los medios de la actualidad, haber alcanzado también el límite mínimo del gasto. Lo que, desgraciadamente, no ocurre.

Verdad, que por otro lado, mientras la casa quiteña resulta más cara, da relativamente una renta mayor, así que parece que se podría afirmar que después de todo si el propietario gasta más en Quito, emplea también su dinero más ventajosamente.

Por poco que se reflexione acerca de esta cuestión en todas sus atencencias y pertinencias, todo el atractivo de dicha fascinadora conclusión desaparece y queda el hecho indiscutible de que la construcción de una casa en Quito como hoy se practica, constituye una estéril pérdida de capitales.

Hasta el día que la construcción de una casa constituyó en Quito un suceso digno de notarse, la cosa podía pasar, pues por otro lado, los capitales no encontraban entonces siempre otro empleo seguro, y se podía admitir que se sepultaran entre los adobes, las soguillas, y los palos de las casas coloniales; hoy ya no es así: el movimiento edilicio de la Ciudad cada día se despierta más enérgico, los capitales encuentran fácilmente seguras colocaciones y sobre todo la Nación tiene necesidad de todos sus ca-

pitales que constituyen, después ó antes de las riquezas del suelo, su mejor ejército para marchar á la conquista de un brillante porvenir, y no puede continuar un estado de cosas que se resuelve en una continua, progresiva, sustracción de capitales.

Mas, llevados por el argumento nos vamos alejando y nos extendemos ya demasiado. Pero lo que hemos dicho nos da razón de afirmar que la cuestión de las construcciones se puede tratar partiendo de muchos y variados puntos de vista, pero siempre se puede llegar á la misma conclusión "que hay que cambiar totalmente de sistema".

Ahora si se quiere cambiar, y naturalmente cambiar para alcanzar la Quito que desean los corazones que la quieren, se necesita ante todo volver imposible á los propietarios y á los ineptos hacer construcciones y guiar el desarrollo de la Ciudad.

Los inteligentes y patriotas de verdad fácilmente se convencerán de que no se nace ingeniero y que por cuanto Miguel Angel haya dicho que se necesita tener los compases en los ojos, los solos compases y los solos ojos no alcanzan para formar una Ciudad moderna con edificios modernos, como no alcanza para eso tampoco el más iluminado buen sentido común.

Ellos se someterán entonces fácil y voluntariamente á los nuevos reglamentos y á las nuevas costumbres que deseamos; los otros... los otros deberán precisamente por medio de los nuevos reglamentos ser forzados á reconocer que la presunción y la ignorancia no son requisitos suficientes para construir edificios ó, lo que es peor, para influir relativamente al porvenir de una Capital.

#### LA CUESTION DE LOS TECNICOS

Y aquí nos vemos naturalmente conducidos á tratar de la candente cuestión de los técnicos.

¿En verdad si los propietarios y los empíricos no deben ejercitar las artes constructivas, á qué clase de personas deberá serles permitido?

“A los técnicos de verdad” se me contestará y la contestación parecerá terminante.

Pero no es así:

Para entender qué clase de técnicos se necesitan en Quito para su renovamiento edilicio, es menester recordar en qué consisten las “construcciones modernas” en una Ciudad en vía de transformación.

Hasta el siglo pasado, el constructor de edificios civiles era esencialmente un artista y, efectivamente, en general, ejercitaba al mismo tiempo la pintura, la escultura, la arquitectura y muchas veces las artes parecidas, aliadas ó anexas.

Los grandes progresos que se han verificado en todos los campos de la actividad humana, la importancia de las razones económicas, la introducción de nuevos materiales en las construcciones, las nuevas costumbres y necesidades, han hecho prevalecer, en la mayor parte de las construcciones, la parte económica y científica sobre las puras razones del arte.

Así que hoy día un sencillo artista se encuentra inadecuado para el objeto.

Los grandes artistas del Renacimiento daban á los Papas los consejos sobre el embellecimiento y la renovación de Roma, una Ciudad eminentemente artística. Hoy día tampoco en Roma la voz de los artistas suena con la misma autoridad que en pasado tiempo.

Abrir una calle nueva, transformar otra, modificar un nivel, construir aquí ó más allá, no son problemas que puedan ser sometidos al puro gusto estético. Cualquier modificación en las arterias de las ciudades modernas interesa directamente la circulación de la sangre y de la vida de la Ciudad con todas sus múltiples y variadas exigencias no solo del momento. sino del porvenir.

Además el empleo del cemento armado, del hormigón sencillo y armado y “le strutture di getto” la arquitectura del hierro, los maravillosos descubrimientos en el campo de la electricidad, las nuevas aplicaciones de la luz y del calor, el desarrollo de la higiene pública y privada, los nuevos sistemas de curación y de asilo de los

enfermos, de los locos, de los heridos, los nuevos conceptos sobre los delitos y las penas, la introducción de nuevas instituciones y de nuevos organismos administrativos del patrimonio público y privado, el desarrollo de la prensa, de las artes gráficas y reproductivas y de la publicidad, la necesidad de socorrer á los miserables, y los abandonados, y la de satisfacer los más altos y nobles sentimientos, la instrucción y el servicio militar obligatorios, la nueva política escolar y los armamentos de las naciones con todas sus consecuencias, las nuevas armas, las recopilaciones de los libros, de las antigüedades, de las obras de arte para gloria del país é instrucción del pueblo, la creación, la organización siempre más complicada del enorme comercio internacional con todas sus cuestiones anexas, las exportaciones, las emigraciones y las inmigraciones etc., etc. han creado la necesidad de nuevos edificios, tan especiales que requieren en el proyectista y en el constructor un voluminoso y variadísimo equipaje de conocimientos.

No solo esto; más aún: el aumento del tráfico, la rapidez y multiplicidad de los transportes, el industrialismo, la aglomeración de las poblaciones en los centros, la elevación del proletario, han transformado las ciudades de manera de poner la competencia de los técnicos á la más dura prueba.

En conclusión, es claro que para las contrucciones modernas en las ciudades modernas no puede ser adecuado cualquier técnico aunque lo sea de verdad.

¿Entonces?

Veamos lo que pasa al respecto en el extranjero. Y como hemos tomado ya como ejemplo á Roma, veámoslo en esta misma ciudad, que ha debido renovarse completamente y en la cual las razones artísticas no solamente no han cedido del todo el campo á las razones "modernistas" mas antes bravamente se sostienen frente á frente del industrialismo, del "time is money" y de todos los otros portados modernos de la misma especie.

En Roma las autoridades competentes no consideran ningún proyecto, ni permiten una construcción cualquiera si no se halla firmada, y bajo la responsabilidad,



de un *ingeniero civil, licenciado en las Escuelas de Aplicación de los Ingenieros del Reino* é inscrito en el álbum de los arquitectos de la Municipalidad, cuya formación está encomendada á la Comisión Edilicia y al Concejo Municipal.

Esto significa que los arquitectos, los ingenieros industriales, electricistas é hidráulicos, todos los que en virtud de un título académico aparecen como cultivadores de una disciplina particular, no pueden construir en Roma si no bajo la égida de un ingeniero civil inscrito en el álbum antedicho de los arquitectos, y que tome la responsabilidad de su obra.

Esto por que se admite que para que una obra resulte armónica y racional en todas sus partes, en completa correspondencia entre el medio y el fin, debe ser en su totalidad concebida por una sola persona.

Y como se sabe que el ingeniero civil es el único técnico que haya hecho un curso completo de estudios, que abrazan todos los ramos de la ingeniería (es rarísimo el caso de un joven que alcance á conseguir el título antes de veinte y seis años y que empiece utilmente á ejercer su profesión antes de los treinta) se presume que el Ingeniero Civil especializado en la Arquitectura, es el único técnico que por su alta y vasta cultura general, puede dar garantías de entender todo lo que se refiere al movimiento edilicio de una Ciudad moderna y de poder ser el moderador, el guiador, el jefe de los técnicos especialistas, que en número más ó ménos crecido, toman parte en una obra según su importancia y calidad.

Así el ingeniero civil imaginando su obra podrá servirse de un sencillo arquitecto para desarrollar la parte artística; de un ingeniero mecánico para las partes metálicas y de las máquinas; de un ingeniero hidráulico para proveer y distribuir el agua y establecer el desagüe; de un ingeniero eléctrico para el alumbrado, el teléfono, el lift, y en general para todas las aplicaciones de la electricidad; de un ingeniero sanitario para cuidar de la parte higiénica....el jefe supremo y responsable directamente hacia el propietario, las autoridades y el

público, será el Ingeniero civil. El coordinará, armonizará, fundirá, para el mejor resultado del todo la obra de tantos especialistas.

Viceversa no podrá nunca ser reconocido idóneo un proyecto de construcción hecho por un arquitecto, por un ingeniero mecánico, hidráulico, eléctrico etc. . . . . así como precisamente un oficial de artillería, de caballería ú otra arma, no puede dar seguridad de saber mandar las otras armas, de manera que el ejército se ha de encomendar á un general porque se presume que él sabe manejar utilmente todas las armas.

En estos últimos años los arquitectos jóvenes de Italia han promovido un movimiento entre todos los arquitectos y los estudiantes de arquitectura, para obtener que los proyectos de *construcciones civiles* firmados por arquitectos puedan ser tomados en consideración por las autoridades.

Alegaban que en las construcciones exclusivamente civiles, la arquitectura y el arte tienen una parte preponderante y que en fin en las escuelas de arquitectura se enseña todo lo que es necesario conocer para asegurar la estabilidad de una construcción civil.

Naturalmente los ingenieros civiles especializados en la arquitectura, se opusieron al movimiento y nosotros, como miembros de la Sociedad y del orden de los ingenieros, recordamos haber batallado no poco sobre la materia.

La cuestión llegó hasta á ser tratada en la Cámara de Diputados en donde, malamente, naufragó. Pero la lucha fue crudísima porque, á sostener á los arquitectos se movió toda la innumerable falange de los "modernistas" de los "arrivistas" en fin de toda esa gente turbulenta que quisiera sin demasiado estudio, sin demasiada fatiga, sin demasiado "tirocinio", conquistar un puesto en la sociedad culta.

Esa gente en fin que fueron los pretorianos, los jeniceros del así dicho "arte moderno" el cual, según ellos debiendo nacer de la naturaleza y del cerebro humano; así como la naturaleza lo ha hecho y no las escuelas, los libros, el duro trabajo, la experiencia del pasado, el estudio de lo que han hecho los sabios antepasados, fue la

mira anhelada de todos los que quisieron sacudir el férreo yugo de las especializaciones é introducir en Europa ese "americanismo" por el cual un médico puede hacer de ingeniero y de fabricante de ladrillos, de comisario de policía y viceversa.

En el Congreso internacional de arquitectura que tuvo lugar en Roma en el año pasado y en el cual tuvimos el honor de representar al Ecuador, los delegados de las más importantes asociaciones de arquitectos del mundo llevaron al Congreso el eco de estas reivindicaciones profesionales; pero sin ningún resultado. De toda la complejidad de las discusiones y de las publicaciones hechas en estos últimos años emerge:

1º Que al presente no se puede reconocer á los arquitectos la facultad de proyectar y dirigir una construcción en Roma sin que un ingeniero civil inscrito en el Album de los arquitectos comunales asuma la responsabilidad.

2º Que en el porvenir se podrá reconocer la predicha facultad solo cuando las escuelas de arquitectura tengan otra organización, aumentando y extendiendo las materias de estudios. Lo que no será jamás, como se comprende fácilmente.

En último análisis, todo el enorme trabajo de rebuscas, de análisis, de críticas, de discusiones se ha reducido á concluir que el ingeniero civil especializado en la arquitectura es el solo técnico que puede asumir la responsabilidad completa de una construcción ante las autoridades competentes.

Hemos querido alargarnos algo para dar una idea de cuan vasta é importante es la cuestión relativa á los técnicos y todo lo que se refiere á la organización de sus estudios y al ejercicio de su profesión y para hacer ver que no es una cuestión nueva la que se presenta al presente en Quito, sino que ya ha sido en otros países objeto de larguísimos debates.

Vamos ahora á examinar la cuestión en Quito.

¿Cómo disciplinar el ejercicio de las artes constructivas con relación al renovamiento de la Ciu-

dad y sin perjuicio de los particulares y de los técnicos que actualmente se encuentran en el lugar?

La solución del problema así planteado es imposible tanto más que hay que recurrir á la tradición de un lado y á las analogías con el exterior por otro lado.

Quito se encuentra en condiciones especialísimas.

El conocimiento de las artes y especialmente de las constructivas en el público es casi nula, de manera que sobre las obras y sobre el valor de los técnicos no se puede formar una opinión pública sinceramente justa y equitativa.

Escuelas industriales, ó verdadera politécnica, no hay, ó solo existen de nombre y los cursos de arquitectura son de demasiada reciente institución para que puedan dar todos los frutos que se esperan de ellos.

La clase obrera que en otros países puede y sabe muy bien juzgar el valor de los técnicos, y contribuye mucho á publicar sus méritos, está aquí compuesta de indios que no van más allá de sus trabajos rutinarios.

Este es el medio ambiente que no nos parece adecuado para distinguir la cizaña del trigo.

Por lo que se refiere á los técnicos, ellos, ya sean del país ya sean extranjeros, están provistos de los títulos más variados, títulos que muchas veces no corresponden á la calidad y á la entidad de los estudios hechos y á sus aptitudes, dedicándose indiferentemente á cualquier ramo de la ingeniería ó de la arquitectura.

Más, hay algo peor y es que varios de los que ejercen las artes constructivas no tienen ni título, ni han hecho estudio serio de ninguna clase.

¿Qué hay que hacer con semejante estado de cosas?  
¿Esperar que el país progrese?

Mas, mientras tanto ¿cuántos errores, que pronto ó tarde se deberán descontar, podrán cometerse?

¿Y deberemos nosotros enumerar aquí todos los inconvenientes, todos los males, todos los daños que se causan á los particulares y al público y á los técnicos mismos del actual estado de cosas?

¿Y cómo será más fácil hoy, que estamos todavía en el período de incubación, la obra de organización y de epuración de los técnicos de la Capital?

Mucho habría que escribir sobre el asunto, más para no alejarnos demasiado y queriendo encaminar el problema á una conveniente solución, haremos una propuesta que si tal vez no gusta á todos, esperamos al menos que sirva para promover discusiones, roces de ideas y engendrar propuestas mejores.

Decimos, entonces, sin entrar en cuestiones complicadas y graves que como hemos visto no han sido todavía resueltas ni en las naciones más adelantadas, sin discutir el valor y el alcance de los títulos y de las obras de los técnicos que actualmente ejercen en Quito, sin declarar más ó menos injustos ostracismos, decimos que se reúnan todas las personas que tienen un título técnico cualquiera ó que han ejercitado notoriamente las artes de las construcciones en Quito, en un ente, en un grupo.

Este grupo será la raíz, el cimiento del "orden de los técnicos de Quito".

El juzgará si un recién llegado, ó un nuevo licenciado tiene ó no los requisitos necesarios para ser admitido á ejercer la profesión en la Capital.

El cuidará la por honorabilidad y la seriedad del mismo Ente, que sus miembros ejerzan la profesión con seriedad y con esmero.

El proveerá á dar á las autoridades las indicaciones oportunas para que las escuelas de índole técnica respondan á su fin, y, con los medios conocidos, á cuidar del perfeccionamiento en los estudios y en la práctica profesional de sus miembros.

En fin, ese Ente se ocupará de formar gremios de obreros experimentados y cumplidos sin los cuales, cualquier habilidad de técnico y de artista eximio quedará siempre infructuosa.

Y aquí sería oportuno tocar el problema de la inmigración, causa primera del adelanto de otros países Sudamericanos y cuya falta mantiene en una permanente enmienda el balance del Estado, no permite la explota-

ción de las riquezas naturales, rinde vana la defensa del país, aísla la República del concierto de las otras naciones haciéndole más difícil procurarse recursos y ayudas.

Mas, el espacio de que disponemos termina ya, y por esto, nos vemos precisados á pasar al último párrafo de los que nos propusimos tratar en este escrito.... á vuelo de pájaro.

#### TARIFAS Y CAPITULADOS; RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

La falta de tarifas y capitulados dificulta enormemente el ejercicio de las profesiones técnicas en Quito y hace imposible la formación de presupuestos que merezcan alguna confianza.

Con vergüenza de los técnicos, y con daño de los propietarios, con deshonor de la Ciudad y con detrimento de la construcción pasa casi siempre que, resultando el gasto dos, tres, cuatro veces mayor que el presupuestado, las construcciones ó no se acaban, ó se acaban malamente, ó se arrastran adelante á pedazos y remiendos entre continuas suspensiones por años y años.

Hoy día el técnico forma su presupuesto al ojo y como tiene natural deseo de ejecutar la obra, confía demasiado en esperanzas que llegado al acto práctico no se realizan, de manera que no pudiendo el propietario con las tarifas y los capitulados averiguar la atendibilidad del presupuesto que se le presenta y formar una seria contrata, razón por la que Quito está lleno de construcciones que se quedan por años paralizadas.

La importancia primaria del estudio de los proyectos económicos se ha reconocido siempre. Una ley de Efeso imponía al arquitecto la obligación de quedar responsable con sus bienes hasta la conclusión de la obra por el importe del presupuesto á fin de proveer con su dinero á los eventuales gastos excedentes.

Y Vitruvio escribe:

“¡Oh dioses inmortales, hiciéseis que la ley de Efeso se estableciera también entre el pueblo romano no sólo para los edificios públicos, sino también para los privados? Entonces los ignorantes no saquearían impunemente, y sin duda, harían de arquitectos

sólo aquellos que á la práctica reúnen profunda sabiduría—Ni los padres de familia se verían en la necesidad de endeudarse hasta ser echados del propio edificio, y los arquitectos de miedo de la pena, estudiarían con mayor cuidado las causas de los gastos antes de hacer el presupuesto, de manera que el propietario con el dinero que tiene disponible, ó poco más, acabaría su construcción”.

Parecen palabras escritas hoy día y son de la época de Augusto.

Es porque en todo tiempo el arquitecto y el propietario, desde puntos de vista diferentes desean ver llevada a cabo la construcción y ambos ilusionados [cuando no hay mala fé ó ignorancia] se ponen en el trabajo con el mismo ánimo del navegante que estando el cielo oscuro y amenazante, se arriesga en un rumbo pensando que no le pasará nada.

De aquí que como entre litigantes se necesitan leyes, abogados, padrinos para que las razones de la justicia y de la humanidad no sean ahogadas por la violencia y la brutalidad, se necesita que entre el propietario y el constructor de la obra medien magistrados, leyes, reglamentos, presupuestos, etc. para el buen resultado de la obra.

Hoy día la cultura general en las naciones adelantadas es elevada, la producción y el comercio de los materiales, su transporte, la mano de obra están sujetas á leyes y costumbres bien definidas de las cuales las tarifas son los exponentes clarísimos de manera que mientras sería inútil restablecer las leyes de Efeso, no se da más razón á las lamentaciones de Vitruvio.

Mas no es sólo en la parte de las economías de la construcción que las tarifas son útiles.

Ellas eliminan de una manera absoluta toda probabilidad de engaño conciente ó inconciente y moralizan bajo todo punto de vista el ambiente de las artes constructivas contribuyendo así al desarrollo de ellas.

Además facilitan muchísimo la más apropiada selección de los materiales y de los sistemas de construcción,

evitando gastos y desperdicios inútiles, contribuyen á dar habitaciones baratas é incitan á los capitales á interesarse en las industrias edilicias.

En fin producen una estabilidad en el mercado edilicio basada racionalmente, que reduce al minimum las circunstancias aleatorias y con la confianza contribuye potentemente al buen éxito de la obra.

Naturalmente nosotros partimos exclusivamente del punto de vista quiteño y sentimos vernos obligados á limitarnos á sentar afirmaciones sin entrar en los razonamientos que quisiéramos, pero esperamos que este escrito entre los fines que espera realizar, alcance pronto el de reunir en una patriótica y fraternal corporación á los técnicos y entonces no faltarían modos de tratar á fondo tantas y tan importantes cuestiones.

El espacio se acaba, pero antes de pasar á la conclusión, queremos desflorar tres otras causas que hacen casi imposible salir de las presentes tristes condiciones del ambiente técnico:

- 1.<sup>a</sup> La deficiencia y la ineptitud de la mano de obra.
- 2.<sup>a</sup> La falta de ciertos materiales y la dificultad de proveerse de los que hay en el país, sobre todo á causa del no cumplimiento de los proveedores.
- 3.<sup>a</sup> La falta de cualquier estudio y ensayo sobre la constitución el empleo y la resistencia de los materiales de construcción, y sobre las varias clases del suelo.

Por lo que se refiere á la mano de obra, recién llegados al país quedamos admirados del aspecto eminentemente artístico de los indios. Su talla, sus rostros y costumbres, que llaman á la mente obras de arte famosas y períodos gloriosos de la historia, el misterioso Egipto y la Edad Media tenebrosa, fascinadoras cuestiones científicas y en fin un mundo de halagadoras ideas, no podían sino conquistar el cariño de un extranjero amante por su origen del arte y de la tradición y nos acordamos que conectando el estado desgraciado de los indios, en contradicción con su físico aparentemente fuerte, escribimos en un diario algo á propósito de las ventajas que las artes constructivas podrían tener de una raza que nos pareció eminentemente indicada para el trabajo.



Hoy después de larga experiencia debemos reconocer que por su carácter, por el atavismo, por el ambiente, por su modo de vivir, el indio es absolutamente refractario á una evolución que lo rinda adecuado á los sistemas de trabajo modernos y ahora comprendemos el porqué, no solo en Norte América, sino en las más adelantadas repúblicas de Sud América, se haya hecho en las construcciones abstracción de la mano de obra india, llamando en su lugar obreros blancos ó extranjeros.

Por lo que se refiere á los materiales, la falta de hierro, el costo del cemento, la dificultad y costo de los transportes, la preparación irracional y rutinaria de los materiales que se pueden conseguir, impiden la transformación edilicia, tanto más que por la inverterada costumbre de no cumplir con los compromisos, el constructor no puede asegurarse los materiales en los momentos adecuados.

Todo esto da lugar á un sinnúmero de dificultades que en fin producen un derroche de energía, de tiempo y de capital con perjuicio también de la perfección de la obra.

Estas consecuencias dependen también de la falta de estudios acerca de los materiales y su resistencia, — por lo cual el técnico no pudiendo calcular, ni aproximadamente las dimensiones de las varias partes de una construcción, exagera en general las dimensiones de la misma.

Hemos dicho “aproximadamente”. Parece una exageración y no es así. Siendo nosotros afortunadamente independientes y no necesitando ejercer la profesión por lucro, hemos puesto toda nuestra energía para practicar todo el programa de ideal que transparenta de este estricto, y en el “Palacio Samaniego” hemos querido introducir formas y elementos y modos absolutamente inusitados en Quito.

Ahora bien, hemos tropezado con tales y tantas dificultades que solo estando constantemente en la obra y con constancia y energía inagotables hemos podido más ó menos superar.

La falta de estudios y ensayos sobre los materiales nos ha hecho muchas veces desesperar del resultado.

En el empleo de los materiales hemos observado fenómenos curiosísimos que especialmente se han revelado en las construcciones del sistema complejo de arcos y bóvedas de la escalera y en un entarimado de madera.

El caso es muy interesante para la práctica de las construcciones así que cuando acabado el trabajo haya pasado el tiempo oportuno para que se puedan notar todos los fenómenos de consecuencia, publicaremos los cálculos estadísticos y las observaciones relativas haciendo la comparación entre los resultados que se hubiesen tenido en Europa y los que hayamos encontrado aquí.

#### NECESIDAD DEL MEJORAMIENTO DE LA CLASE OBRERA

Quitar las construcciones de manos de los empíricos, formar un cuerpo de técnicos adecuados, instituir una Comisión Edilicia, decretar leyes y reglamentos, compilar tarifas y capitulados, fijar las normas del empleo de los materiales basadas en los estudios de sus cualidades y resistencias no serviría para nada, ó por lo menos serviría para muy poco, si no se procediera de igual paso al mejoramiento del elemento obrero.

El general de un ejército puede ser un genio de la guerra, pero si los soldados son malos él terminará siempre por ser derrotado.

Si esa pléyade de artistas afamados, desde Brunelleschi á Alberti, desde Bramante á Rafaello y Michelangelo que hicieron dar en la historia del arte el nombre de siglo de oro á sus tiempos, no hubiesen encontrado en Roma, en Florencia, en Urbino, en Milan, en Venecia gremios de artesanos eximios, sus altísimas concepciones de arte habrían quedado en el papel y en Europa no se hubiese producido el Renacimiento. Peor si no hubieran existido los maestros *Comacini*, *Antelani* y *Campionesi* y las otras corporaciones obreras de la Edad Media, la Italia y la Europa no tendrían las poeticas obras *románicas* y esos sublimes milagros del arte y de la ciencia que son las catedrales góticas, no lanzarían al cielo sus cúspides atrevidas.

Se dice que el ingeniero es la mente y el obrero es el brazo, pero no es exacto.

Hemos tenido en Roma la fortuna de tomar parte en la restauración de una obra de Sangallo que es monumento nacional, y de estudiar y dirigir la restauración de un pequeño palacio de Rafael Sanzio, nos hemos hallado también en el caso, siendo asistentes del Vice-Director de la Escuela de los Ingenieros de Roma, de estudiar varios monumentos del Renacimiento y de la Edad Media en Orvieto, Viterbo, Corneto y en la misma Roma y nos hemos convencido de que si al genio de los autores es indudablemente debida la excelencia de la concepción de las obras respectivas, el regocijo que nos producen estas obras es debido en gran parte á la ejecución de los obreros que hacen de ellas esculturas en grande.

Comparando las insignes obras modernas con las más afamadas de los siglos pasados, encontraremos que mientras aquellas nos producen siempre más ó menos una impresión de frío, de glacial, de seco, estas últimas nos satisfacen enteramente.

Cierto es que el tiempo mejora las obras, así es que puede decirse que los siglos son los mejores colaboradores de los artistas, pero no es enteramente exacto tampoco esto.

Decimos que los períodos más fúlgidos de la historia del arte son los que corresponden á condiciones de civilización tales que permiten la existencia de óptimos obreros.

¿Puede ser que quien construyó la Tumba de Teodorico en Ravenna no tuvo ni genio, ni medios, ni un poderoso mecenas, como Agripa?

Sin embargo Agripa erigió esa sublime cúpula del Panteón, mientras que el autor de la tumba de Teodorico tuvo que limitarse á cubrir su edificio con una enorme piedra escabada en forma de cúpula.

Pero no es solo del lado artístico que debe considerarse la cuestión, (sin embargo que de por sí es importantísima) porque todos saben qué influjo tiene sobre la moral de los pueblos, el desarrollo del sentimiento de lo bello.

Éconómicamente un obrero malo ó mediocre produce un desperdicio de tiempo y de materiales que naturalmente redundan en un costo mayor de la obra. A primera vista parece que el menor sueldo del obrero poco competente debería compensar dichos desperdicios, pero no es así; porque, por ejemplo, un mediocre albañil no solo produce un trabajo malo ó mediocre, sino que rinde más difícil, trabajosa é imperfecta las obras del carpintero, del estucador, del pintor etc, que deben completar su trabajo.

Y cualquiera que ensaya construir en Quito, tropieza con dos dificultades, especialmente, que impiden la realización de obras que salgan de las ordinarias del país. Y son la falta de cumplimiento de los proveedores de materiales y la refractariedad de la clase obrera á cambiar su sistema rutinario.

El indio seguramente tiene buenas cualidades, pero hay que convencerse que es una raza con tradiciones de servidumbre y miseria, sin porvenir y sin aspiraciones que pueda producir buenos obreros.

Para resultar un buen albañil, un buen estucador, un buen carpintero, un herrero capaz, un pintor de edificios correcto, se necesita un cúmulo de conocimientos, una inteligencia, un amor propio, una laboriosidad, un espíritu de sacrificio cuando menos igual á lo que se necesita para ser empleado del Estado.

No es solo ahora que en nuestra obra de propaganda comprendemos también este argumento.

Y aquí sería oportuno entrar en la árdua y espinosísima cuestión de las escuelas y de su organización, pero esto nos llevaría demasiado lejos.

Nos limitaremos á decir que en Quito existe, es verdad, una Escuela de Artes y Oficios y una Escuela de Bellas Artes, pero la política y la falta de recursos han vuelto siempre estéril su existencia.

Cierto es que independientemente de las escuelas, se podría mejorar el elemento indio. Bastaría que se pudiera hacerles trabajar al contacto de verdaderos y hábiles obreros europeos.

Pero los obreros que llegan aquí, en general, en su país no ejercían la profesión que se resuelven á abrazar en Quito, ó la conocen apenas, porque si verdaderamente saben algo, no acaban de llegar y de conocer el estado del país, que inmediatamente se ponen sombrero de copa y levita, se las dan de arquitectos, de ingenieros, y quizás, aspiran á una cátedra en la Universidad.

Enterados de este hecho indiscutible, cuando en las vacaciones del año pasado fuimos á las Exposiciones de Roma y de Turín, propusimos al Gobierno traer dos albañiles, un estucador, un carpintero, un herrero y un pintor de edificios.

Intención nuestra era traer seis obreros espertísimos entre los que habían trabajado con nosotros en Roma una docena de años en obras tanto comerciales, cuanto de alta importancia artística.

El Gobierno debía pagar los pasajes y asegurar una pequeña renta á los seis hombres que se obligaban, á su vez, á dar algunas lecciones prácticas en la Escuela de Artes y Oficios, y á trabajar en las obras del Estado.

En las horas fuera del horario quedaban libres para trabajar en las obras privadas.

Estos obreros hábiles y morales, no se habrían cambiado ni en ingenieros, ni en profesores ni habrían podido esconder los secretos de la propia profesión.

Ellos habrían seguido trabajando bajo nuestra dirección, como trabajaban en Roma, entre los obreros y los alumnos del país que habrían indudablemente aprendido, viéndola ejecutar, la parte práctica de sus profesiones, mientras en la Escuela de Artes y Oficios, ó en la de Bellas Artes, habrían podido aprender las nociones teóricas y el dibujo.

Desgraciadamente nuestro proyecto, inspirado solo en el bien del país, no fue aceptado, y si escribimos todavía acerca de él, es con la esperanza de que algún día el país alcance á tener los elementos necesarios para llevarlo á efecto.

## CONCLUSION

La causa principal que produce el decaimiento é impide el progreso de las artes en general y de la arquitectura en particular, es no solamente la ignorancia de quienes las practican, sino también de quienes las hacen practicar.

Entre gente culta, de gusto refinado, un tinterillo de las artes y de las construcciones será inmediatamente descubierto á pesar del sombrero de copa y de la levita que le disface.

Por otro lado el valor artístico, la corrección, la importancia de los edificios de una ciudad, sus calles, sus plazas, sus parques y paseos, constituyen el indicio más elocuente del adelanto, de la cultura, y de la riqueza de los ciudadanos.

Así que instituir magistrados y dictar un conjunto de leyes y reglamentos, redactar tarifas y capitulados, ensayar materiales, reunir á los técnicos que actualmente ejercen la profesión en Quito en una "Orden de los Ingenieros y Arquitectos" proveer á la posibilidad de hacer presupuestos atendibles, según cuanto hemos sumariamente expuesto, son cosas necesarias; pero con ellas nunca se alcanzará el fin deseado si, al mismo tiempo, no se forma un medio ambiente adecuado.

Es un deber decirlo claro. Los propietarios confían más en su propio buen sentido y en la colaboración de los indios, que en los conocimientos de los técnicos.

Hemos obsequiado muchos planos, sin embargo, ó no se han ejecutado, ó han sido modificados según la rutina dominante.

Hace poco, trabajamos veintidos días para hacer un plano de casa, que, en el concepto del propietario, debía ser un edificio de *lujo y raro*.

Desarrollamos el proyecto en ese particular estilo de la Edad Media que hizo afamados algunos edificios de Viterbo y de Orvieto.

Desgraciadamente no pareció al dueño ni de lujo, ni rara la casa proyectada por nosotros; y, con segura

conciencia, él está hoy levantando un edificio cuya rareza consiste en no estar sometido á ninguna de las más elementales reglas del arte, y cuyo lujo se reduce á un desperdicio de materiales empíricamente empleados.

Ahora bien, mientras por un lado los técnicos deben reunirse, mejorarse y hacerse siempre más dignos de la confianza de sus clientes, por otro lado es indispensable formar un medio ambiente adecuado para el desarrollo de las artes constructivas. A este fin deben tender las Escuelas de Artes.

Tenemos en Quito una Escuela de Bellas Artes y una Escuela de Artes y Oficios que, aisladas, sin programa ni fin bien determinado; organizadas y reorganizadas á cada rato, absorben, inútilmente para la comunidad, sumas incomparablemente mayores de las que instituciones parecidas cuestan relativamente, por ejemplo, en Roma.

Una escuela que produzca sólo pintores y escultores que sepan hacer retratos es tan inútil, como lo es el envíar jóvenes á aprender para sastres, encuadernadores, litógrafos, zapateros, etc. en una escuela, en vez de mandarlos á los talleres particulares.

La Escuela de Bellas Artes y la de Artes y Oficios serían útiles si fueran la una complemento de la otra en un programa dirigido con el fin y objeto de refinar el gusto, formar la opinión pública, vulgarizar las artes y aplicarlas luego en las construcciones, en las industrias y en las varias contingencias del desarrollo de la ciudad.

El Estado gastaría menos, no se fomentarían la vanidad y los apetitos de jóvenes incautos, se formaría un gremio de verdaderos buenos artistas y obreros, y, sobre todo, se mejoraría el medio ambiente.

El espacio se acaba, y acabaremos también nosotros con una última exhortación.

Quito adelanta á pesar de todo y alcanzará en fin su espléndido porvenir.

Ni para esto hay que inventar nada de nuevo. En vez de ponerse á cada rato á discutir á antojo si se debe ó no hacer así ó de otro modo, abramos los libros, ellos nos

darán esa contestación apropiada que sólo la inteligencia y el buen sentido rara vez podrían proporcionarnos.

Es muy difícil hacer algo de nuevo en el mundo, y en Quito más que en otros lugares. La mejor sabiduría aquí debe concretarse en seguir con amor é inteligencia lo que ha pasado y pasa en los otros países, y aplicar lo que convenga, oportunamente á Quito.

Queríamos tener la pluma de un Montalvo para tratar brillantemente argumentos tan interesantes para el porvenir de la ciudad y el bienestar de los ciudadanos, cooperando á provocar lo más pronto posible la transformación de Quito. Porque es verdad que todo se prepara y se hace para los venideros; pero, vamos, si alcanzáramos á gozar nosotros también algo no habría nada de malo.

Desgraciadamente, el poco conocimiento del castellano nos obliga á limosnar el auxilio de correctores que de buena fé deforman nuestro pensamiento, así que pedimos al lector que nos excuse, en consideración á nuestras buenas intenciones y si hemos herido alguna convicción, algún amor propio, algún interés, que se nos perdone igualmente, porque, parafraseando á nuestro gran compatriota Manzoni, diremos que no lo hemos hecho de propósito. [1]

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

GIACOMO RADICONCINI

Ingeniero Civil y Arquitecto.

---

[1] Estando tirándose este artículo alguien ha creído hallar referencias personales en él; hacemos constar expresamente que se trata de asuntos de interés general, que de ningún modo deben ser interpretados más allá de lo que dice la letra.

Para comprobar cuanto se refiere al costo de los edificios nos comprometemos á publicar en breve un estudio comparativo entre el costo y la renta consiguiente de un edificio desarrollado con los planos usuales en Quito y con planos según se acostumbra modernamente.

G. R.



# X DESARROLLO DE UNA FORMULA PARA CALCULAR LAS DISTANCIAS

## ENTRE LOS SOPORTES DE UN TUBO DE PRESION

X POR FRANCISCO MALDONADO V.

Alumno Ingeniero [4º año].

En las instalaciones de fuerza hidro-eléctrica, los tubos que llevan el agua del tanque de presión á las turbinas se encuentran colocados sobre soportes de mampostería. Los métodos empleados para calcular la distancia de un soporte á otro, han sido generalmente largos y complicados, como lo es toda operación que se ejecuta por tanteos.

Considerando este inconveniente nos hemos propuesto desarrollar una fórmula que sirva para determinar dicha distancia, de una manera más rápida y fácil. (1)

En el presente estudio:

$d$  = diámetro exterior del tubo;

$d_i$  = " interior " " "

$W_1$  = " peso del agua contenida en el tubo de centro á centro de los pilares;

$W_2$  = peso del tubo, tomado también de centro á centro de los pilares;

$W = W_1 + W_2$  = peso total que soportan estos pilares;

$L$  = luz ó sea la distancia de pilar á pilar;

$M_f$  = momento de flexión del tubo

$M_r$  = " " resistencia, el cual debe ser igual al momento de flexión.

$I$  = momento de inercia

$\frac{I}{C} = S$  = módulo de la sección.

$p = 15.000$  libras por pulgada cuadrada: es la tensión máxima admitida en el metal.

$c =$  peso de una pulgada cúbica de agua en libras =  
0,036127

(1) En vista de la fórmula original que hemos desarrollado, nuestro Profesor, el Sr. Richard Muller, nos ha recomendado publicarla sin reserva.

$$\begin{aligned} V_1 &= \text{volúmen del agua correspondiente á } W_1 \\ V_2 &= \text{,, ,, tubo ,, ,, } W_2 \\ A &= (d^2 - d_1^2); \\ \text{y } B &= (d + d_1^2). \end{aligned}$$

La unidad de las magnitudes geométricas será la pulgada lineal, cuadrada ó cúbica, según los casos; y la unidad de peso, la libra.

Como hemos dicho, la manera de determinar la longitud de la luz en función de  $d$  y  $d_1$  ha sido, dando á  $L$  valores arbitrarios con los cuales se obtenga para

$$p = \frac{Mf}{S}$$

un valor comprendido entre los límites 12.500 y 16.000 ( $p$  se toma generalmente igual á 15.000).

*Momento de flexión.*—Para calcular el momento de flexión de un tubo, se le puede considerar como una viga sostenida por dos soportes, y con peso igualmente distribuido en toda la longitud considerada.

Siendo el peso de esta viga  $W$ , la reacción en cada extremo será igual á  $\frac{1}{2}W$ . Ahora, si la luz de la viga es  $L$ , y el peso por unidad de longitud  $W$ , cada reacción por unidad de longitud será  $\frac{1}{2}WL$ .

El momento de flexión máximo se encuentra en el centro y tiene por expresión:

$$Mf = \frac{WL}{2} \times \frac{L}{2} - \frac{WL}{2} \times \frac{L}{4} = \frac{WL^2}{8}$$

Como en este caso  $W$  es por unidad de longitud,  $W$  sobre una distancia ó luz  $L$  dará

$$Mf = \frac{WL}{8}.$$

Aplicando, pues, esta fórmula al caso del tubo tendremos:

$$Mf = \frac{L}{8} (W_1 + W_2). \quad (1)$$

$$\text{Ahora } W_1 = V_1 \times c = \frac{\pi d_1^2}{4} \times L \times c. \quad (2)$$

$$\text{y } W_2 = V_2 \times 7,65 \times 1,1 \times c$$

es decir, que el peso del tubo es igual á su volumen multiplicado por 7,65, que es la densidad del acero, por  $c$  (cuyo valor hemos dado ya) y por 1,1 para que se aumente de un 10 por ciento que es el peso aproximado de los rivetes.

Por consiguiente:

$$W_2 = 8,415 \times c \times \frac{\pi L}{4} (d^2 - d_1^2) \quad (3)$$

Sustituyendo en la fórmula (1)  $W_1$  y  $W_2$  por los valores expresados en (2) y (3), tenemos:

$$Mf = \frac{L}{8} \left[ \frac{\pi L c d_1^2}{4} + \frac{8,415 \pi L c}{4} (d^2 - d_1^2) \right]$$

Sacando el factor común  $\frac{\pi L c}{4}$  y simplificando nos queda:

$$Mf = \frac{\pi L^2 c}{32} [d_1^2 + 8,415 (d^2 - d_1^2)]$$

ó también

$$Mf = \frac{\pi L^2 c}{32} (d_1^2 + 8,415 A), \quad (4)$$

expresión que representa el momento de flexión en el caso considerado.

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

*Momento de resistencia.*—El momento de flexión de cualquier sección tiende á causar rotación. Esta tendencia es contrarrestada por los momentos de tensión y compresión en el material, accionando como un par de fuerzas internas que constituyen el momento de resistencia.

Tiene por expresión

$$Mr = p \frac{I}{C}$$

en la cual

$$\frac{I}{C} = \text{módulo de la sección.}$$

*Momento de inercia.*—Este momento con relación á cualquier eje puede definirse como siendo la suma de los productos obtenidos por la multiplicación de cada superficie elemental  $da$ ,

de la sección por el cuadrado de la superficie elemental considerada, hasta el eje.

Su expresión es

$$I = \int z^2 d a$$

en la cual  $z$  es la distancia de la superficie elemental hasta el eje.

El momento de inercia depende de la forma de la sección considerada. Se observa que el valor de  $I$  será mayor para las secciones que tienen la superficie más grande y á mayor distancia del eje que se llama neutral.

$$I = \frac{\pi(d^2 - d_1^2)(d^2 + d_1^2)}{64}$$

ó

$$I = \frac{\pi AB}{64}$$

*Módulo de la sección.*— Así se llama, como hemos dicho,  $\frac{I}{C}$  en la expresión del momento de resistencia.

Siendo la distancia máxima de la fibra al eje neutral igual á  $\frac{d}{2}$ , el módulo de la sección se expresará por

$$S = \frac{2\pi AB}{64d} = \frac{\pi AB}{32d} \quad (5)$$

Ahora sustituyendo en la fórmula

$$p = \frac{Mf}{S}$$

los valores encontrados en (4) y (5) tendremos:

$$p = \frac{\frac{\pi I_1^2 c}{32} [d_1^2 + 8,415 A]}{\frac{\pi AB}{32d}} ;$$

Dividiendo numerador y denominador por  $\frac{\pi}{32}$ , y multiplicando estos dos términos por  $d$ , resulta:

$$p = \frac{dL^2c(d_1^2 + 8,415A)}{AB}$$

de donde

$$L^2dc(d_1^2 + 8,415A) = pAB$$

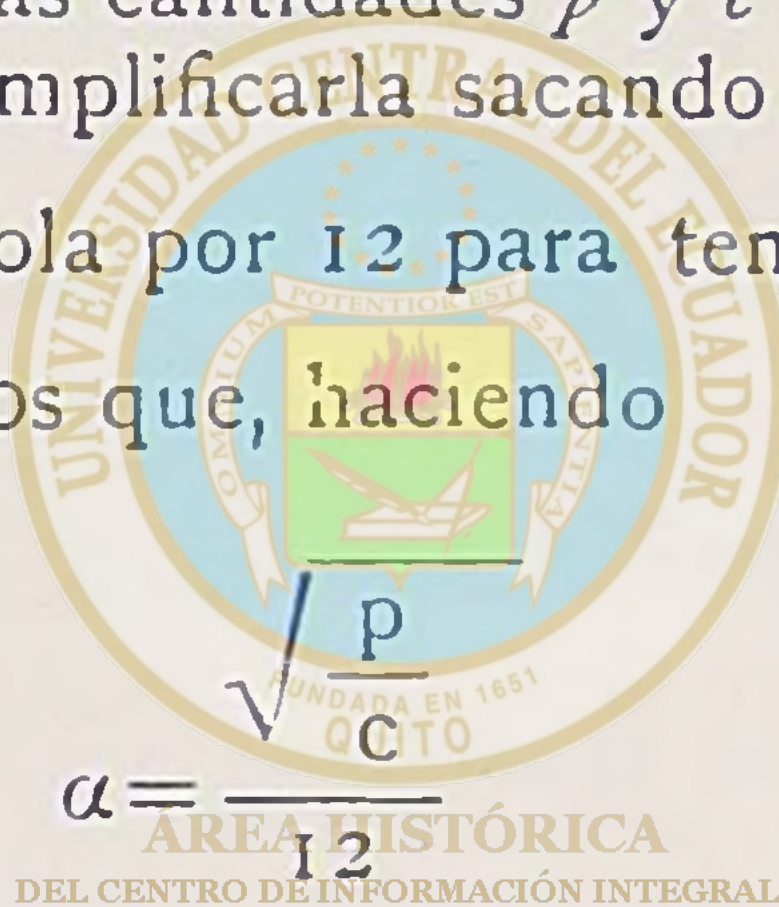
$$L^2 = \frac{pAB}{dc(d_1^2 + 8,415A)}$$

y por fin

$$L = \sqrt{\frac{pAb}{dc(d_1^2 + 8,416A)}}$$

En esta expresión las cantidades  $p$  y  $c$  son constantes, por consiguiente podemos simplificarla sacando fuera del radical la relación  $\frac{p}{c}$ , y dividiéndola por 12 para tener  $L$  en pies.

Así, pues, tendremos que, haciendo



$$\alpha = \frac{\sqrt{\frac{p}{c}}}{12}$$

la fórmula final será

$$L = \alpha \sqrt{\frac{AB}{d(d_1^2 + 8,415A)}}$$

en la cual, haciendo las operaciones, resulta  $\alpha = 53,696$ .

*Aplicación numérica.*—El tubo que lleva el agua del tanque de presión á las turbinas de una planta hidro-eléctrica, está sostenido por pilares de mampostería; siendo el diámetro exterior de este tubo 48" y el espesor del metal  $\frac{1}{8}$ ", calcular la luz entre los dos pilares.

Las condiciones del problema son las siguientes:

$$\begin{aligned} d &= 48'' \\ d_1 &= 47,75'' \\ \alpha &= 53,696 \\ L &= ? \end{aligned}$$

Por sustitución tenemos:

$$\begin{aligned} A &= (d^2 - d_1^2) = 23.9375 \\ B &= (d^2 + d_1^2) = 4.584,0625 \\ A \times B &= 109.728,6 \\ d_1^2 &= 2.280,0625 \\ 8,415A &= 201,4340 \end{aligned}$$

Reemplazando estos valores en la fórmula tenemos:

$$L = 53,696 \sqrt{\frac{109728,6}{48 \times 2481,4965}}$$

$$L = 53,696 \times 0,9598$$

$$L = 51,538 \text{ pies}$$

ó en metros:

$$L = 15,71$$

En la instalación de Cervara (Italia) la tubería que lleva el agua á las turbinas tiene un diámetro interior de 2,30 m. con un espesor del metal de 7 m. m. Los soportes están á una distancia de 6 m. según consta en un artículo publicado en "La Houille Blanche", correspondiente al mes de setiembre de 1910, que ve luz en Grenoble.

Aplicando nuestra fórmula en este caso, tenemos:

$$d_1 = 2,30 \text{ m.} = 90,55''$$

$$d = 2,314 \text{ m.} = 91''$$

que substituyendo da:

$$L = 53,696 \sqrt{\frac{81 \times 16480}{91 \times 8886,8}}$$

$$L = 21,48 \text{ pies}$$

$$= 6,40 \text{ metros}$$

lo que manifiesta que nuestra fórmula es exacta.