

Ingeniería

Revista de la Universidad de Costa Rica
Enero/Junio 1996 VOLUMEN 6 N° 1



INGENIERIA

Revista Semestral de la Universidad de Costa Rica
Volumen 6, Enero/Junio 1996 Número 1

DIRECTOR

Rodolfo Herrera J.

CONSEJO EDITORIAL

Víctor Hugo Chacón P.

Ismael Mazón G.

Domingo Riggioni C.

CORRESPONDENCIA Y SUSCRIPCIONES

Editorial de la Universidad de Costa Rica
Apartado Postal 75
2060 Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San José, Costa Rica

CANJES

Universidad de Costa Rica
Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información
Unidad de Selección y Aquisiciones-CANJE
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San José, Costa Rica

Suscripción anual:

Costa Rica: ₡ 1 000,00

Otros países: US \$ 25,00

Número suelto:

Costa Rica: ₡ 750,00

Otros países: \$ 15,00



Edición aprobada por la Comisión Editorial de la Universidad de Costa Rica
© 1998 EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Todos los derechos reservados conforme a la ley
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San José, Costa Rica.

INGENIERIA

Revista Semestral de la Universidad de Costa Rica
Volumen 1, Número 1, Enero-Junio 1991

Revisión Filológica: *Lorena Rodríguez*

Diseño Gráfico, Diagramación y Control de Calidad:
Unidad de Diseño Gráfico de Revistas
Oficina de Publicaciones

DIRECTOR

Roberto Herrera J.

CONSEJO EDITORIAL

Víctor Hugo Chacón P.
Ismael Mazón G.
Domingo Riggioni C.

*Impreso en la Oficina de Publicaciones
de la Universidad de Costa Rica*

CORRESPONDENCIA Y SUSCRIPCIONES

Editorial de la Universidad de Costa Rica
Apartado Postal 75
2000 Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San José, Costa Rica

CARLES

Revista
620.005
I-46i

Ingeniería / Universidad de Costa Rica. —
Vol. 1, no. 1 (ene./jun. 1991). — San José, C. R. : Editorial
de la Universidad de Costa Rica, 1991. — (Oficina de Publicaciones
de la Universidad de Costa Rica)
v. : il

Semestral.

1. Ingeniería - Publicaciones periódicas.

CCC/BUCR—250



INSTALACION DE CALDERAS DE VAPOR EN COSTA RICA (1909-1994)

Jorge Lafuente Guevara*

RESUMEN

En el presente trabajo se presenta un estudio de la situación y desarrollo de las instalaciones de vapor en Costa Rica desde los inicios del siglo XX hasta el año de 1994 (último año de registros). Se presenta un detalle de los tipos de calderas instaladas (según su clasificación actual por capacidad), la distribución y ubicación de ellas y los años que tienen. El trabajo se hizo sobre 1175 calderas registradas, muchas de las cuales no cuentan con toda su información completa.

SUMMARY

This article presents information on the development and use of the steam boiler from the beginning of the century up to 1994 (according to the latest records). Details of the types of boilers installed (classified according to capacity) including their distribution, location and age are also included. The survey includes a list of 1175 registered boilers some of which are missing certain details.

1. INTRODUCCION

El vapor puede identificarse como sinónimo (entre otros) del desarrollo de la actividad productiva de un país. Es una de las fases estables y bien definidas de las sustancias puras, del

cual obtenemos la mayor cantidad de energía disponible en ellas. Siendo la forma de vapor más conocida la del vapor saturado del agua, y su modo más frecuente para producirlo las calderas o generadores de vapor, haremos un análisis de su aparición, desarrollo, localización y expectativas futuras de incremento en nuestro medio. Debe prestarse atención al hecho de que, a pesar de que su aparición en el país se remonta al uso de las primeras locomotoras o vehículos de vapor (que eran movidos por motores de vapor) que circularon a mediados del año 1872 (el 4 de julio

* Ingeniero Mecánico
Inspector autorizado de calderas y recipientes a presión
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Universidad de Costa Rica

de 1872 corrió una milla la primera locomotora de vapor entre Limón y el Campamento No.1), su control efectivo no se llevó a cabo antes del año 1969 cuando se promulgó el actual Reglamento de Calderas. Se debe mencionar que antes de la puesta en práctica de ese Reglamento, solo se contaba, en el año de 1955, con un Departamento de Seguridad que funcionaba como oficina del Ministerio de Trabajo. No fue si no hasta 1972 cuando dicho Departamento pasó, por medio de la Ley Orgánica, a depender administrativamente de la Inspección de Trabajo y a convertirse en asesor del Consejo de Salud Ocupacional y normalizador de las instalaciones de vapor en Costa Rica.

Como un aspecto curioso mencionaremos que, a pesar del presentimiento natural que tuvo el hombre en la antigüedad sobre la capacidad del vapor (principalmente del vapor de agua) para producir energía (calor y trabajo); sabemos que Hero de Alejandría, siglo I a.C., ya había sugerido y descrito alguna forma de generadores y máquinas aprovechadoras del mismo, pero no fue si no hasta mediados del siglo XIX que se pudo concretar algún método seguro de producción de vapor y alguna máquina para utilizarlo.

Muchos siglos de experimentos, de prueba y error, de vidas humanas perdidas y de explosiones desastrosas, llevaron a fabricar, finalmente, las primeras calderas o generadores de vapor, elementos hoy en día harto conocidos por su simpleza de operación, por la vecindad de su instalación y por el gran uso que se hace de ellas. Las encontramos en la lavandería del centro comercial, en la cocina y lavandería del hotel, en las fábricas (ahora cercanas a nuestras casas) o en los ingenios azucareros que vemos en nuestro paseo de fin de semana. No nos hemos dado cuenta, pero las tenemos en nuestras propias narices, aunque en una escala muy reducida, donde nos sirven para hervir el agua o preparar los alimentos: me refiero a las conocidas cafeteras y ollas de presión.

Sin embargo, antes de 1969 era poco lo que se sabía de las instalaciones existentes en nuestro país, por lo que la idea primordial de este trabajo es conocer cual es el estado actual de las instalaciones de vapor de agua en Costa Rica y tener un documento de trabajo para futuros comentarios.

El vapor de agua, para fines industriales, debe ser tratado con mucho respeto y este documento trata de evidenciar cómo se encuentra distribuida su generación y con qué calderas se está trabajando. El trabajo se hizo con 1175 calderas cuyos registros se tenían actualizados hasta el año de 1994. Múltiples razones han dificultado llevar más adelante este estudio, pero su finalidad es facilitar los trabajos que se hagan posteriormente.

2. LAS INSTALACIONES DE VAPOR EN COSTA RICA

Los diferentes sistemas que generan o emplean vapor en nuestro país deben instalarse siguiendo la normativa establecida en el "Reglamento de Calderas" emitido, según decreto No. 6 del 21 de agosto de 1969, en la legislatura del profesor José Joaquín Trejos Fernández, siendo su ministro de Trabajo y Bienestar Social el señor José Francisco Chaverri Rodríguez.

Debe notarse que las razones fundamentales que motivaron la promulgación del referido reglamento fueron:

- 1.- La velocidad e incremento de las instalaciones de calderas, como consecuencia del desarrollo industrial del país y del área centroamericana.
- 2.- La necesidad de mejorar las condiciones de seguridad de las instalaciones para suprimir los posibles riesgos de desastre.
- 3.- La necesidad de que, tanto el traslado como las revisiones periódicas de los equipos, tuvieran la vigilancia oficial del Estado.
- 4.- El cumplimiento de la función de protector de la seguridad e higiene de los trabajadores del Estado de conformidad con las recomendaciones de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), de las asociaciones internacionales profesionales (específicamente la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos), el asesoramiento de profesionales con conocimientos específicos en esta materia y previa consulta a los reglamentos de calderas de países con amplia experiencia en el tema.

Casi treinta años después, con veintinueve generaciones de ingenieros mecánicos graduados en nuestra Universidad (debemos recordar que los primeros tres ingenieros mecánicos graduados en el país lo hicieron en el año 1968) y con calderas más eficientes en la producción de vapor seguimos sin actualizar el mencionado Reglamento.

3. CLASIFICACION ACTUAL DE LAS CALDERAS DE VAPOR EN COSTA RICA

Las calderas en nuestro país se clasifican, de acuerdo con el actual "Reglamento de Calderas", con base en: la superficie de calentamiento¹ (que es una medida de la capacidad de producción de vapor) se agrupan en tres categorías²: "A", "B" y "C". De acuerdo a su estado o condición al ser instaladas, el tipo de instalación que se hace, su lugar de instalación (con relación a la cantidad de pobladores de la localidad), forma de intercambio de energía entre el agua y el medio caliente y con respecto a su tipo de montaje.

4. VARIACIONES EN LAS CONDICIONES ACTUALES DE LAS INSTALACIONES DE CALDERAS

Es muy importante llamar la atención sobre los cambios que se han dado en el país con respecto a las condiciones en que fueron hechas una gran cantidad de instalaciones en el pasado y las condiciones que se tienen hoy en día. Por ejemplo, con respecto a los parámetros de clasificación se debe decir, con claridad, que los sitios que se consideraron despoblados en el pasado ya no lo son y ahora encontramos una gran cantidad de centros urbanos cerca de plantas con calderas de considerable tamaño y bastante antiguas. La eficiencia en el aprovechamiento del calor de la combustión de alguna sustancia combustible (fuente energética para la obtención del vapor) en las calderas modernas supera en dos o más veces la capacidad de producción de los generadores de vapor antiguos para una misma superficie de calentamiento. Antiguamente, se consideraba que

un metro cuadrado de superficie aproximada de calentamiento era capaz de producir un caballo caldera³ de vapor. En este momento, las calderas modernas son capaces de tener una producción igual de calor con un cincuenta por ciento o menos del área nominal de transferencia de calor. Esto significaría estar instalando calderas de mayor producción de vapor con una clasificación de menor categoría.

Las promociones de profesionales conocedores de las bondades del vapor para los diferentes procesos de producción ha ido en aumento, lo que hace suponer más instalaciones industriales con empleo de equipo generador de vapor. Un aspecto muy delicado es que, a pesar de la vigencia de un "Reglamento de Calderas" (en estos momentos obsoleto), a veces, en nuestras funciones como inspectores autorizados de recipientes a presión, encontramos lugares en donde opera equipo no registrado oficialmente.

5. ESTADO DE LAS INSTALACIONES DE VAPOR DE AGUA EN COSTA RICA

Indagando en los archivos existentes en el Consejo de Salud Ocupacional, se anotó la información correspondiente a la cantidad, antigüedad, categoría y localización de las calderas registradas que nos permitirán conocer, macroscópicamente, el estado en que se encuentran las instalaciones actuales. En el momento de este estudio no se contó con toda la información completa y con la actualidad deseada, pero si se contara con los registros al día, un esfuerzo adicional puede actualizar los cuadros de información. Como se mencionó antes existen factores que no permiten llevar adelante este estudio, principalmente, la poca cantidad de funcionarios dedicados en el Consejo a esta labor, así como la pérdida temporal ocurrida en los archivos de información del Consejo. Los datos recolectados se organizaron en cuadros y los estados comparativos se presentan gráficamente en diferentes figuras.

A continuación tenemos en el cuadro No. 1 la cantidad registrada de los recipientes generadores de vapor existentes en el país, clasificados por provincia según su categoría.

Cuadro No. 1 Calderas registradas por provincia, según categoría de clasificación

Provincia	Categoría A	Categoría B	Categoría C	Total
San José	32	77	463	572
Alajuela	50	36	103	189
Heredia	16	37	69	122
Cartago	19	30	93	142
Puntarenas	26	26	28	80
Limón	9	12	14	35
Guanacaste	23	1	11	35
Total	175	219	781	1175

Fuente: Archivos Consejo de Salud Ocupacional (C. S. O.)

Con la información del cuadro anterior se construyeron las gráficas No. 1, No. 2, No. 3, No. 4 y No. 5. que se presentan a continuación.

Gráfico No.1
Calderas de vapor instaladas en Costa Rica, según categoría "B"

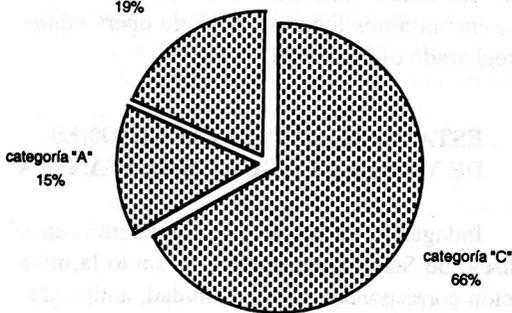


Gráfico No.2
Calderas instaladas en Costa Rica

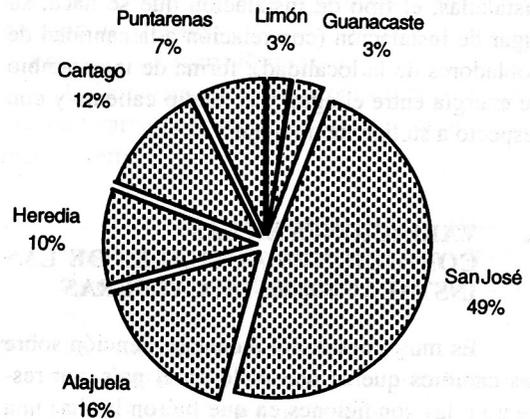


Gráfico No.3
Calderas Categoría "B" instaladas, por provincia

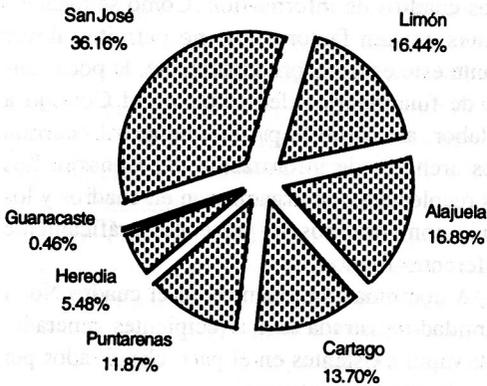


Gráfico No.4
Calderas Categoría "A" instaladas, por provincia

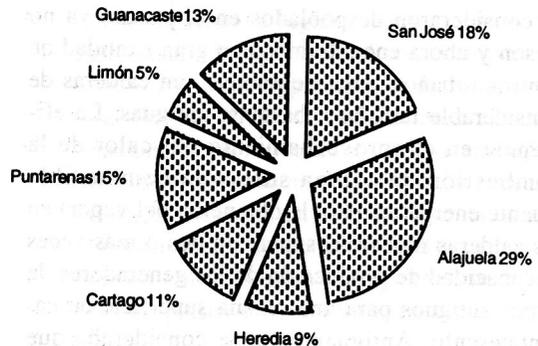
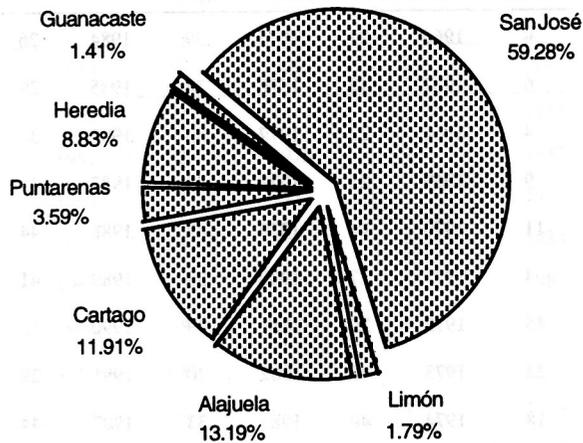


Gráfico No.5
Calderas Categoría "C" instaladas, por provincia



Con la finalidad de conocer la antigüedad de las diferentes calderas instaladas, así como el año en que se instalaron se tienen los cuadros No. 2 y No. 3. Una cantidad considerable de calderas no tiene su

año de fabricación exactamente definido ya que, posiblemente, se trata de calderas sin placa de identificación y sin historial registrado, lo cual no permite precisar la información correspondiente.

Cuadro No. 2 Año de fabricación de las calderas instaladas en Costa Rica

Año	No	Año	No	Año	No	Año	No	Año	No	Año	No	Año	No
NP	126	1923	4	1938	3	1952	4	1963	19	1975	5	1986	19
1909	1	1924	3	1939	3	1953	7	1964	19	1976	41	1987	21
1910	1	1925	3	1940	4	1954	10	1965	33	1977	37	1988	28
1912	1	1926	5	1941	1	1955	8	1966	31	1978	30	1989	18
1913	1	1928	1	1945	2	1956	8	1967	18	1979	46	1990	16
1914	1	1929	2	1946	7	1957	10	1968	34	1980	36	1991	13
1915	3	1930	4	1947	5	1958	13	1969	41	1981	23	1992	24
1916	1	1931	1	1948	7	1959	11	1970	38	1982	9	1993	13
1917	1	1932	4	1949	9	1960	12	1972	33	1983	17	1994	10
1920	1	1936	1	1950	5	1961	20	1973	30	1984	13	1995	1
1922	3	1937	3	1951	6	1962	25	1974	46	1985	15	1996	ND
total	140		31		52		128		342		319		163

Fuente: C. S. O.

NP = no se precisa el año

ND = no disponible

Cuadro No. 3 Año de instalación de las calderas registradas en Costa Rica

Año	No	Año	No	Año	No	Año	No	Año	No	Año	No	Año	No
NP	75	1947	2	1957	4	1966	21	1975	39	1984	26	1993	47
1910	1	1949	2	1958	6	1967	12	1976	34	1985	29	1994	35
1923	1	1950	4	1959	4	1968	22	1977	33	1986	30	1995	ND
1928	4	1951	1	1960	9	1969	25	1978	42	1987	43	1996	ND
1932	1	1952	3	1961	11	1970	34	1979	42	1988	44		
1937	2	1953	3	1962	4	1971	27	1980	33	1989	41		
1939	1	1954	4	1963	15	1972	29	1981	39	1990	32		
1940	2	1955	3	1964	22	1973	42	1982	20	1991	29		
1946	1	1956	5	1965	18	1974	40	1983	33	1992	44		
total	88		27		93		252		315		318		82

Fuente: C. S. O.

NP = no se precisa el año

ND = no disponible

De estos cuadros globales hemos organizado la información para observar más en detalle la fecha de las instalaciones de acuerdo a la

categoría en que han sido clasificadas las calderas. Los resultados se muestran en los cuadros No. 4, No. 5 y No. 6.

Cuadro No. 4 Año de instalación de las calderas categoría "A" registradas

Año	No	Año	No	Año	No	Año	No	Año	No
NP	17	1962	2	1971	6	1980	3	1989	4
1940	1	1963	2	1972	2	1981	10	1990	1
1950	1	1964	5	1973	6	1982	3	1991	6
1952	1	1965	4	1974	7	1983	6	1992	3
1954	3	1966	4	1975	6	1984	4	1993	6
1958	1	1967	2	1976	5	1985	4	1994	2
1959	2	1968	8	1977	4	1986	2	1995	ND
1960	1	1969	5	1978	6	1987	3	1996	ND
1961	3	1970	8	1979	4	1988	2		
total	30		40		46		37		22

Fuente: C. S. O.

NP = no se precisa el año

ND = no disponible

A continuación el cuadro No. 5 con las instalaciones de calderas categoría "B"

Cuadro No. 5 Año de instalación de las calderas categoría "B" registradas

Año	No	Año	No	Año	No	Año	No	Año	No
NP	8	1960	2	1971	3	1981	7	1991	6
1923	1	1961	2	1972	7	1982	5	1992	12
1928	3	1963	5	1973	7	1983	9	1993	11
1937	1	1964	4	1974	4	1984	2	1994	4
1940	1	1965	5	1975	5	1985	3	1995	ND
1950	3	1966	5	1976	6	1986	7	1996	ND
1954	1	1967	8	1977	4	1987	6		
1955	1	1968	4	1978	8	1988	5		
1956	3	1969	4	1979	6	1989	6		
1958	3	1970	9	1980	8	1990	5		
Total	25		48		58		55		33

Fuente: C. S. O.

NP = no se precisa el año

ND = no disponible

Veamos a continuación el cuadro No. 6 con la información correspondiente al año de instalación de las calderas categoría "C".

Cuadro No. 6 Año de instalación de las calderas categoría "C" registradas

Año	No	Año	No	Año	No	Año	No	Año	No	Año	No
NP	50	1951	1	1961	6	1970	17	1979	32	1988	37
1910	1	1952	2	1962	2	1971	18	1980	22	1989	31
1928	1	1953	3	1963	8	1972	20	1981	22	1990	26
1932	1	1955	2	1964	13	1973	29	1982	12	1991	17
1937	1	1956	2	1965	9	1974	29	1983	18	1992	29
1939	1	1957	4	1966	12	1975	28	1984	20	1993	30
1946	1	1958	2	1967	2	1976	23	1985	22	1994	29
1947	2	1959	2	1968	10	1977	25	1986	21	1995	ND
1949	2	1960	6	1969	16	1978	28	1987	34	1996	ND
total	60		24		78		217		203		199

Fuente: C. S. O.

NP = no se precisa el año

ND = no disponible

Con la intención de analizar la información apropiadamente, se agruparon los datos de los cuadros anteriores en el cuadro No. 7, donde

pueden observarse las calderas dispuestas en períodos de 10 años y según la categoría en que están registradas.

Cuadro No. 7 Período de instalación de las calderas en Costa Rica, según categoría registrada

Período	Categoría "A"	Categoría "B"	Categoría "C"	Total de calderas instaladas
NP	17	8	50	75
1900-1910	0	0	1	1
1911-1920	0	0	0	0
1921-1930	0	4	1	5
1931-1940	1	2	3	6
1941-1950	1	3	5	9
1951-1960	8	10	24	42
1961-1970	43	46	95	184
1971-1980	49	58	254	361
1981-1990	39	55	243	337
1991-1995	17	33	105	155
total	175	219	781	1175

Fuente: C. S. O.

NP = no se precisa el año

Con el fin de precisar la antigüedad de las calderas instaladas en el país se construyó el cuadro No. 8.

Cuadro No. 8 Período de fabricación de las calderas registradas, instaladas en el país

Período	Número de calderas construidas
NP	126
1900-1910	2
1911-1920	9
1921-1930	25
1931-1940	19
1941-1950	36
1951-1960	89
1961-1970	278
1971-1980	351
1981-1990	179
1991-1995	61
total	1175

Fuente: C. S. O.

NP = no se precisa el año

Para observar comparativamente el comportamiento de estas instalaciones se construyeron Los gráficos No. 6 y No. 7 que se muestran a continuación.

Pensamos que el aumento en la cantidad de las instalaciones tiene un efecto en el aumento de profesionales directamente relacionados con el tema, por lo que se ha buscado la cantidad de ingenieros, en este caso de la rama mecánica, que se han graduado en los períodos correspondientes. A continuación, tenemos en el cuadro No. 9 los ingenieros mecánicos graduados en la Universidad de Costa Rica. No se han considerado ingenieros graduados en otras latitudes ni profesionales de otras especialidades afines al tema. Veamos el comportamiento de esta población profesional:

El número de graduados no se puede tomar en forma absoluta en vista de que una buena cantidad de ellos lo han hecho entre 1971 y 1992, obteniendo dos títulos. Primero se han graduado

Gráfico No. 6 Instalaciones de calderas de vapor en Costa Rica

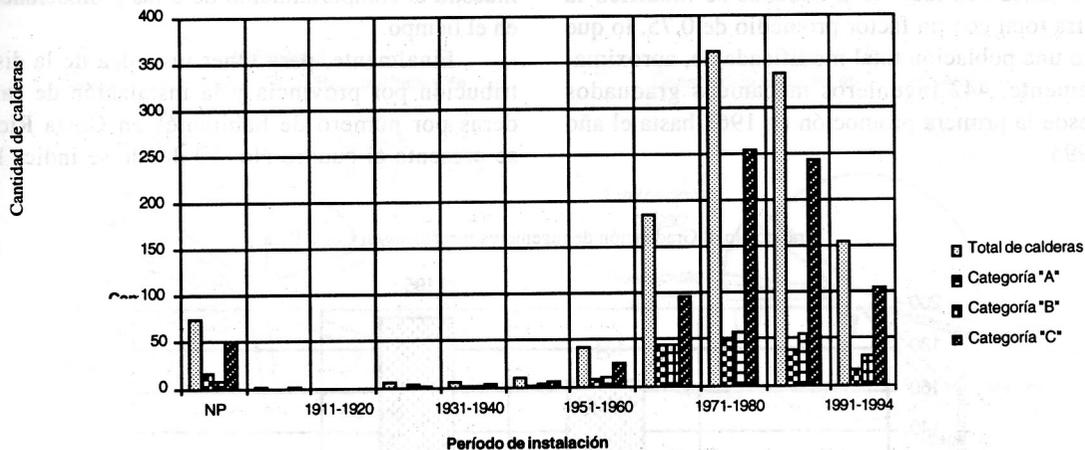
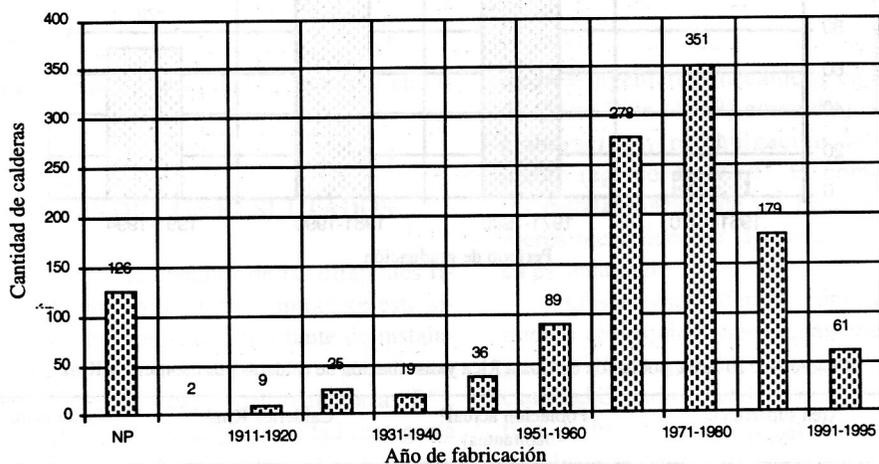


Gráfico No. 7 Antigüedad de las calderas instaladas en Costa Rica



Cuadro No. 9 Promoción de ingenieros mecánicos en la Universidad de Costa Rica hasta el año 1994

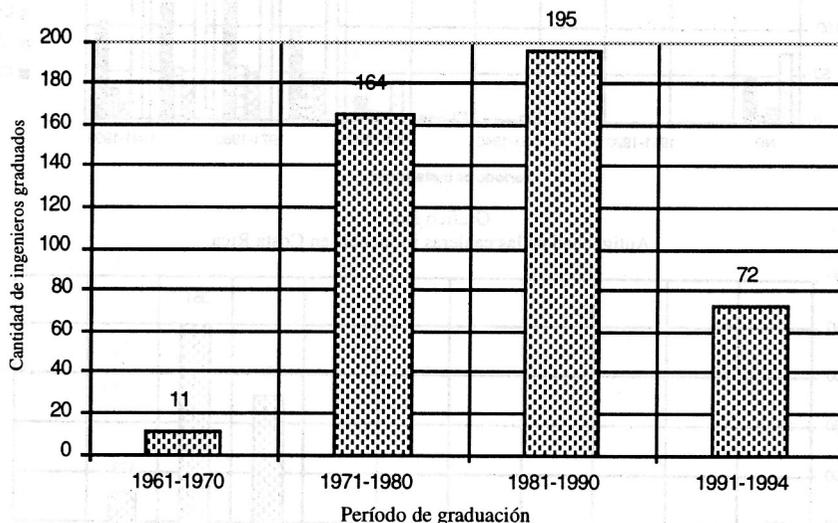
Año	No.	Año	No.	Año	No.	Año	No.
1968	3	1975	24	1982	15	1989	22
1969	3	1976	25	1983	28	1990	25
1970	5	1977	22	1984	13	1991	26
1971	14	1978	19	1985	34	1992	45
1972	23	1979	18	1986	32	1993	11
1973	28	1980	25	1987	27	1994	12
1974	21	1981	31	1988	33	1995	9
total	97		164		182		150

como bachilleres y luego como licenciados. Para ajustar la cantidad de graduados se modificó la cifra total con un factor promedio de 0.75, lo que dio una población total modificada de, aproximadamente, 442 ingenieros mecánicos graduados desde la primera promoción en 1968 hasta el año 1995.

Veamos a continuación una gráfica que muestra el comportamiento de estas promociones, en el tiempo.

Finalmente, para tener una idea de la distribución por provincia y la instalación de calderas por número de habitantes en Costa Rica se presenta el cuadro No. 10 donde se indica la

Gráfico No. 8 Graduación de ingenieros mecánicos en Costa Rica



Cuadro No. 10 Area, población de Costa Rica y distribución de calderas por habitante y Km2

Provincia	Area superficial (Km2)	Población actual* (habitantes)	Calderas/ Km2	Calderas/mil habitantes
San José	4 959.63	1198283	0.1153	0.4773
Alajuela	9 752.86	589059	0.0193	0.3208
Cartago	3 124.67	371091	0.0390	0.3826
Heredia	2 656.64	264740	0.0534	0.4608
Guanacaste	10 140.71	261611	0.0079	0.1337
Puntarenas	11 276.97	368208	0.0031	0.2172
Limón	9 188.21	248218	0.0038	0.1410
total	51 099.69	3301210	0.0230	0.3559

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos genero 1995

extensión y población de cada una de las siete provincias nacionales y los índices de distribución mencionados.

Gráfico No.9
Densidad de calderas, en Costa Rica, por habitante

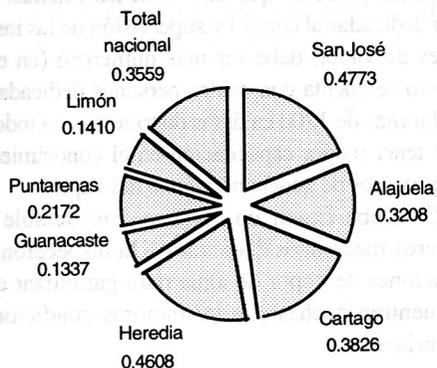
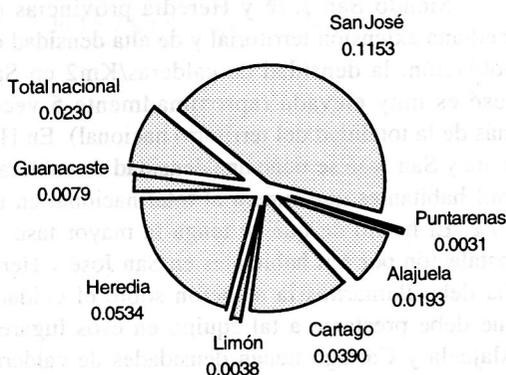


Gráfico No.10
Densidad de calderas, en Costa Rica, por Km2



La información recopilada se observa en las gráficas No. 9 y No. 10.

6. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Como se puede concluir de las diferentes figuras presentadas, en la primera mitad de este siglo no se tuvo una cantidad importante de instalaciones de vapor. Las que se hicieron fueron, mayormente, de mediana capacidad (categoría "B"), con unas cuantas de pequeña capacidad (categoría "C"). Este último tipo de calderas fue tomando mucho auge a partir de la segunda mitad de siglo.

A partir del año 1951 y, más notoriamente en la década 1961-1970 con la iniciativa de la Alianza para el Progreso, se puede ver un crecimiento alarmante en la cantidad de instalaciones de vapor que pone en evidencia la necesidad de legislar en la materia. Esto fue lo que efectivamente condujo a la promulgación del actual "Reglamento de Calderas".

Como se sugirió antes en el documento, podemos observar una relación muy cercana entre el aumento de las instalaciones y el gradual crecimiento de ingenieros mecánicos graduados en el país. Puede verse que la primera graduación

de tres ingenieros mecánicos en la Universidad de Costa Rica (1968) coincide justamente con la elaboración y promulgación del actual Reglamento (agosto de 1969). El comportamiento de las instalaciones y de las promociones de ingenieros mecánicos en la Universidad de Costa Rica es semejante.

Observemos además, cómo el mayor crecimiento en instalaciones de calderas es de la categoría "C", lo que hace suponer que una mayor cantidad de industrias de la confección y manufactura de bienes se ha desarrollado en las últimas tres décadas.

El 66% de las calderas instaladas son de categoría "C" y de ellas aproximadamente el 60% se encuentran en San José, en zonas completamente urbanas. Se cuenta también en esta provincia con una cantidad considerable de instalaciones de calderas de categorías "B" y "A", solo superada en esta última categoría por la provincia de Alajuela, zona mayormente dedicada al procesamiento de la caña de azúcar, lugares de procesamiento en donde, generalmente, se encuentran instaladas este tipo de calderas (las más grandes).

Si mantenemos la hipótesis de que la actividad industrial está íntimamente ligada a la cantidad de vapor instalada podemos deducir, claramente, la

poca o nula actividad industrial en zonas como Limón y Guanacaste, dedicadas a otro tipo de labores. Hay que notar sin embargo que Guanacaste es una zona de calderas, mayoritariamente, grandes lo que hace necesario establecer, como dato necesario, en el registro de las calderas su producción de vapor.

Siendo San José y Heredia provincias de mediana extensión territorial y de alta densidad de población, la densidad de calderas/Km² en San José es muy elevada (aproximadamente 5 veces más de la totalidad del territorio nacional). En Heredia y San José se tiene una densidad de calderas/mil habitantes que supera al total nacional en un 30%. El hecho de que se tenga la mayor tasa de instalación por mil habitantes en San José y Heredia debe llamarnos la atención sobre el cuidado que debe prestarse a tal equipo en esos lugares. Alajuela y Cartago tienen densidades de calderas instaladas semejantes al promedio del país.

A pesar de que después de 1980 la cantidad total de calderas instaladas bajó, puede observarse cómo en la última década podría esperarse un aumento en las instalaciones que superaría la cantidad instalada entre 1971 y 1980.

Finalmente, si se piensa que la vida útil de una caldera con uso moderado es de, aproximadamente, 25 años, tendremos a fin de siglo una cantidad muy grande de calderas que han superado ese límite por lo que se deberá prestar mucha atención al mantenimiento, conservación y buena operación de estos equipos, de sus componentes y de los equipos auxiliares.

7. CONCLUSIONES

1.- Antes de 1969 no se sabía exactamente el estado de las instalaciones de vapor en Costa Rica. El hecho de conocer ahora su estado nos hace pensar en la urgente necesidad de modificar el actual "Reglamento de Calderas" para adaptarlo a la gran cantidad de instalaciones que se hacen y a la necesidad de verificar el estado actual de las ya existentes.

2.- Se debe insistir mucho en el estudio de las instalaciones de vapor en la carrera de Ingeniería Mecánica para que los profesionales nuevos que salen sepan enfrentar bien los problemas de mantenimiento y seguridad de esas instalaciones que aumentan cada día.

3.- Se debe prestar mucha atención a todas aquellas instalaciones con más de veinticinco años de funcionamiento y que se encuentran en zonas urbanas, para tenerlas funcionando en forma segura o sacarlas de servicio.

4.- El personal que labora en las oficinas del Estado dedicadas al control y supervisión de las instalaciones de vapor, debe ser más numeroso (en este momento se cuenta con cuatro personas dedicadas a controlar más de 1200 calderas distribuidas en todo el país) y tener mayor capacitación en el conocimiento de los procesos de generación y uso del vapor.

5.- Debe existir un número considerable de ingenieros mecánicos dedicados a la inspección de instalaciones de vapor de agua para garantizar que se encuentren hechas con las mejores condiciones de seguridad.

8. BIBLIOGRAFIA

ASME, "Asme Boiler & Pressure Vessel Code, an American National Standard", 1980.

Consejo de Salud Ocupacional, "Reglamento de Calderas", 1990, San José, Costa Rica. Consejo de Salud Ocupacional, "registro computadorizado de calderas" (hasta 1995) Dirección General de Estadística y Censos, estimación de población a enero de 1995 Facultad de Ingeniería, Universidad de Costa Rica, "registro de graduados" (hasta 1995)

Northern Railway Co., "Costa Rica Railway Co. Ltd. and Northern Railway Co.", San José, Costa Rica, 1953.

Shield, C., "Calderas, tipos, características y funciones", Compañía Editorial Continental, S. A., México. 1978

The Babcock & Wilcox Co., "Steam its generation and use", 38ª edición revisada. 1975

9. REFERENCIAS

(1) Antiguamente se consideraba que un metro de superficie de calentamiento era el área

necesaria para producir un caballo caldera de vapor.

- (2) categoría "C" las que tienen más de dos y hasta sesenta metros cuadrados de superficie de calentamiento; categoría "B" las que tienen más de sesenta y hasta doscientos

metros cuadrados y categoría "A" las que tienen más de doscientos metros cuadrados de superficie de calentamiento.

- (3) un caballo caldera equivale a la producción de 15.7 kg de vapor por hora.