

ESTADO DE LAS NORMAS PARA EL DISEÑO DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN AMERICA LATINA*

ERNEST W. STEEL

Profesor del Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Texas, Austin, Texas, Estados Unidos

HAROLDO JEZLER y MIGUEL A. LASALA

Consultores de la Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud

En los meses de abril y mayo de 1962 fueron visitados diecinueve países latino-americanos por tres ingenieros consultores de la Oficina Sanitaria Panamericana con el fin de obtener información sobre las normas y prácticas de diseño de proyectos de abastecimiento de agua, obras de diseño hechas en años recientes, grado de utilización de servicios de ingenieros privados, y la validez de datos básicos, como población, tasas de consumo de agua, hidrología superficial y subterránea, etc. También se averiguó si había en dichos países un programa adecuadamente planeado para el mejoramiento de los abastecimientos de agua potable.

Doce de los países visitados cuentan con normas escritas, si bien algunas de ellas sólo se aplican parcialmente, y otras, aunque escritas, aún se hallan bajo estudio o no han sido aprobadas por la autoridad competente. El cuadro No. 1 muestra los países que cuentan con normas escritas, títulos de éstas, fecha, órgano que las definió y si están pendientes de aprobación oficial.

Se observará que la fecha de casi todas las normas escritas es reciente, lo que confirma la creencia general entre los ingenieros, incluso los de países que aún no las tienen, de que debe haber normas escritas. No obstante, hubo una considerable diferencia de opinión en cuanto al grado de flexibilidad que dichas normas deben tener.

Se observará también en el mismo cuadro que, en ciertos países, hay normas preparadas por más de una agencia, las cuales sólo

pueden ser aplicadas en alguna ciudad particular o dentro de alguna otra circunscripción política del país. En los casos en que las normas fueron escritas por una dependencia del Ministerio de Salud Pública o por alguna otra agencia nacional, las primeras sólo se aplican en pequeñas poblaciones, y las segundas en ciudades de más de un cierto número de habitantes.

Debe señalarse que la falta de normas escritas en un dado país no supone que el diseño de los proyectos de abastecimiento de agua no esté sujeto a control técnico. En la preparación de diseños, todos los países visitados han seguido prácticas de ingeniería aceptadas, escritas o no. En algunos casos se indicó que las prácticas de diseño eran las vigentes en Estados Unidos, en Gran Bretaña, en Alemania, o una combinación de varias de ellas.

Los cuadros Nos. 2-5 muestran algunos detalles sobre las normas escritas vigentes hoy en distintos países. Hay que mencionar de nuevo que sólo las normas escritas aparecen en los cuadros y se recalca que los detalles de los diseños no se proponen como partes de una norma modelo.

Las normas escritas de los cuadros Nos. 2-5 muestran ciertos puntos de semejanza y ciertas discrepancias en cuanto a algunas de las cifras fundamentales usadas en los diseños de abastecimiento de agua.

Sólo dos de las normas escritas hacen mención de la razón de la población del diseño a la población total actual. La razón varía de 1,2 a 2,0, a pesar de que esta última se citó con frecuencia como la utilizada en países carentes de normas escritas.

Las normas escritas de tres países hacen mención del consumo promedio *per capita*

* Trabajo presentado en el Seminario sobre Diseño de Sistemas de Agua, celebrado en Buenos Aires, Argentina, del 20 al 29 de septiembre de 1962.

CUADRO No. 1.—*Normas o proyectos de normas de diseño de abastecimiento de agua.*

País*	Título	Año	Preparación	Impresiones (Páginas)	Ámbito de aplicación	Observaciones
Bolivia	Características de los sistemas de abastecimiento de agua potable y su proyección sanitaria	no consta	División de Saneamiento, Ambiental del Ministerio de Salud Pública	M-10	Nacional	Fundamentalmente es una guía de control sanitario
Brasil	Normas para elaboración de proyectos de abastecimiento de agua	1960	Fundación del Serviço Especial de Salud Pública	M-8	Nacional	
	Proyectos de abastecimiento de agua; especificaciones de los elementos que deben ser presentados (planos y diseños)			M-5		
	Normas para la presentación de proyectos (formato de planos y memorias)			M-4		
	Normas y especificaciones para la elaboración de proyectos de redes de distribución para el área metropolitana de la capital de São Paulo			I-8			Área metropolitana, Ciudad de São Paulo
	Normas para la elaboración de proyectos de obras de saneamiento de las ciudades del interior—São Paulo	1951	Departamento de Obras, Sanitarias, Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas de São Paulo	M-7	Estado de São Paulo	
	Ley No. 1561-A—Aprobando la codificación de las normas sanitarias para obras y servicios y otras consideraciones		Secretaría de Salud Pública y Asistencia Social	I-40		
	Condiciones de potabilidad del agua, sin tratar y tratada, para el consumo público. Normalización Brasileña—BP. 19, Brasil	1959	Asociación Brasileña de Normas Técnicas	I-1		
Decreto No. 33.047, normaliza las condiciones de potabilidad de aguas de alimentación, São Paulo (1958)	1958	Estado de São Paulo	I			
Colombia	Normas generales sobre estudios y para la construcción de acueductos y alcantarillados	1956	Corporación Nacional de Servicios Públicos, Departamento de Acueductos y Alcantarillados (Parte del Instituto Nacional de Fomento Municipal)	I-79	Nacional	
	Cartilla de Acueductos y Alcantarillados Rurales—Formas AR 4—Sección de acueductos rurales—Recomendaciones generales para la elaboración de proyectos de acueductos y alcantarillados rurales	1961	Instituto Nacional de Fomento Municipal	M-9	Nacional	

	Plan nacional de acueductos y alcantarillados—Anexos Pozos, manantiales y cisternas, normas de construcción y funcionamiento	1960	Instituto Nacional de Fomento Municipal		Nacional	
		1960	Ministerio de Salud Pública, Servicio Cooperativo-Interamericano, Departamento de Ingeniería Sanitaria	I-35		
		1960	Empresas Públicas de Medellín, Departamento de Redes	M-90	Ciudad de Medellín	
		1959	Empresas Municipales de Cali	I-34		
Guatemala	Normas generales para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable Normas a seguir para la introducción de agua potable a lotificaciones nuevas que ya hayan sido autorizadas por la sección de urbanismo		Mesas Redondas de AIDIS Ingenieros de SCISP, Ingenieros Asesores de la OMS	M-45	Nacional	
			Municipio de la ciudad de Guatemala	M-7	Ciudad Capital	
Haití	Bases técnicas para el diseño de sistemas de agua potable en Haití (tentativa)	1961	Grupo para el estudio del agua potable	D-10	Nacional	No aprobadas
Honduras	Normas para el diseño de abastecimientos de agua potable Normas para la construcción de abastecimientos de agua y alcantarillados Normas tentativas para el diseño de plantas de tratamiento de agua potable Reglamento sobre suministro y uso de servicio de agua y servicio de alcantarillado Normas de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable en localidades rurales con población hasta de 1.000 habitantes	1962	Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados	M-34	Nacional	
		1962	Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados	M-12	Nacional	
			Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados	D-8	Nacional	En estudio
			Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados	D-10	Nacional	En estudio
		1961	División de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social	D-2	Uso interno de la división	
México	Reglamento federal sobre obras de provisión de agua potable	1953	Secretaría de Salubridad y Asistencia, Dirección de Ingeniería Sanitaria	I-12	Nacional	
Paraguay	Reglamento sobre servicios de agua potable		Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, Dirección General de Salud	D-14	Nacional	En estudio sin aprobación

CUADRO No. 1.—Cont.

País*	Título	Año	Preparación	Impresiones (Páginas)	Ámbito de aplicación	Observaciones
	Especificaciones técnico-sanitarias para construcción de pozos excavados en granjas escolares	1960	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, División de Saneamiento Ambiental	M-5	Nacional	
Panamá	Primer borrador—Normas de diseño de abastecimiento de agua		Sección Local de AIDIS PANAIDIS	M-98	Nacional	En estudio, provisionalmente están siendo utilizadas
Perú	Normas para la elaboración de proyectos y ejecución de obras de agua potable y desagüe en Lima y balnearios	1954	Sub-Dirección de Obras Sanitarias, Ministerio de Fomento y Obras Públicas	M-28	Área metropolitana de Lima	Están siendo revisadas
	Reglamentos generales para las instalaciones de conexiones domiciliarias de agua potable y desagüe	1945	Servicio Técnico de Obras Sanitarias, Ministerio de Fomento y Obras Públicas	I-35	Nacional	
	Reglamento de requisitos técnico-sanitarios para la ubicación, construcción y protección de abastos públicos de	1947	Departamento de Ingeniería Sanitaria, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social	I-25	Nacional	
	Reglamentos de los requisitos físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables	1962	Departamento de Ingeniería Sanitaria, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social	I-14	Nacional	
	Requisitos previos a la aprobación de una urbanización residencial en el aspecto de agua potable		Ex Dirección General de Obras Hidráulicas	D-10	Nacional	En uso por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados
El Salvador	Requisitos previos a la aprobación de una urbanización residencial en el aspecto de agua potable		Ex Dirección General de Obras Hidráulicas	D-10	Nacional	En uso por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados
Venezuela	Normas para el diseño de abastecimientos de agua	1948	Instituto Nacional de Obras Sanitarias	I-192	Nacional para uso del Instituto Nacional de Obras Sanitarias	

Normas de proyectos y especificaciones de materiales para los sistemas de abastecimiento de agua de urbanizaciones	1956	Instituto Nacional de Obras Sanitarias	M-50	Específicamente para la Ciudad de Caracas	
Normas para el estudio, diseños y construcción de acueductos en localidades pequeñas	1960	Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, División de Ingeniería Sanitaria, Sección Acueductos	M-80	Nacional	Para comunidades menores de 5.000 habitantes
Normas generales para la presentación de proyectos	1962	Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, División de Ingeniería Sanitaria, Sección Acueductos	M-7	Nacional	Para uso de la División indicada
Normas sanitarias para proyecto, construcción, reparación y reformas de edificios	1962	Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, División de Ingeniería Sanitaria, Sección Acueductos	I-82		

* En el caso de Argentina, Costa Rica, Ecuador, Nicaragua, República Dominicana y Uruguay, los datos o aspectos no están sujetos a normas y debe concluirse que, a pesar de estar escritas, en muchos casos su aplicación no es adecuada.

M = Mimeografiada.

D = Dactilografiada.

I = Impresa.

CUADRO No. 2.—Normas escritas para abastecimientos de agua en países de América Latina, 1962.

	Area (1.000 Km. ²)	Población (millones)	División administrativa	Normas existentes (escritas)	Informe de ingeniería requerido	Planos estándares requeridos	Periodo de diseño (en años)					
							Normas de ca- lidad del agua	Sistema com- pleto	Fuente de abastecimiento	Tubería de aducción	Estaciones de bombeo	Planta de tra- tamiento
Argentina...	2.781	20,0	22 provincias	no	...	.	.	.	.	...	...	..
Bolivia.....	1.099	3,6	9 departamentos	parcial	sí	.	sí	..	.	...	...	...
Brasil.....	8.513	72,0	21 estados	sí	sí	sí	..	30	20	20	20	20
Chile.....	742	7,6	25 provincias	en prepa- ración	.	..	sí	..	..	..	..	..
Colombia..	1.138	15,0	17 departamentos	sí	sí	sí	no	20-30	..	.	15-30	...
Costa Rica..	51	1,3	7 provincias	no	...	..	..	..	..	..	..	...
Ecuador....	271	4,1	19 "	en prepa- ración	.	.	..	..	..	..	..	...
El Salvador..	34	2,6	14 departamentos	sí	sí	.	.	.	.	.	.	...
Guatemala..	109	3,8	22 "	sí	sí	..	...	30	30	30	10	20
Haití.....	28	4,1	5 "	tentativa	.	...	..	..	..	..	..	...
Honduras...	112	1,9	18 "	no	sí	sí	.	10	15-30	15-30	5-15	10-20
México.....	1.969	35,0	29 estados	sí	.	..	..	..	..	..	..	...
Nicaragua..	148	1,5	16 departamentos	en prepa- ración	.	..	..	..	..	..	..	...
Paraguay....	407	1,8	16 departamentos	en prepa- ración (a)	.	.	.	.	.	..	.	..
Panamá.....	75	1,1	9 provincias	sí	sí	sí	25-30	.	.	.	.	.
Perú.....	1.249	11,0	23 departamentos	parcial	.	sí	.	.	.	..	..	..
Rep. Domini- cana.....	50	3,1	20 provincias	no	..	..	..	..	..	..	..	..
Uruguay...	187	2,4	19 departamentos	no	.	.	..	..	..	..	..	..
Venezuela..	912	7,5	20 estados	sí	sí	sí	sí	40-50	..	40-50	10-15	20-30

a) Se refiere sólo a control sanitario.

. Información no disponible.

donde los grifos públicos son las únicas tomas para los consumidores. Dicho promedio varió de 30 a 60 litros diarios *per capita*. Entre la población rural, el consumo más común es de 150 litros diarios *per capita*, pero en un país varía de 70 a 150 y en otro, de 26 a 94. El consumo de la población urbana acusa en varios países una variación de 130 a 600 litros diarios *per capita*, con excepción de un país, donde oscila entre 75 y 284.

Los coeficientes usados para obtener el consumo máximo fueron del 120 % al 200 % del promedio para dar el máximo diario, y del 150 % al 275 % del máximo diario para dar el máximo consumo por hora.

En ciertos casos no se hace mención de los requisitos de almacenamiento; y el almacenamiento total requerido, que aparece en cuatro normas, varió de 30 % a 100 % del consumo diario promedio.

Las cifras de diseño relativas al tratamiento del agua acusan escasa variación significativa de las cifras usadas.

Las contestaciones "sí" y "no" que aparecen en los cuadros Nos. 2-5 deben interpretarse de acuerdo con el renglón correspondiente. En algunos casos indican permiso; en otros, indican que las normas no son definitivas, si bien están descritas hasta cierto punto.

CUADRO No. 3.—*Normas escritas de diseño de abastecimiento de agua en relación con el consumo, tubería de aducción, almacenamiento y estaciones de bombeo, en ocho países de América Latina, 1962.*

	Brasil	Colombia	El Salvador	Guatemala	Haití	Honduras	Panamá	Venezuela
<i>Consumo de Agua</i>								
Relación entre población de diseño y población actual total.....	...	...	...	1,2-1,3	...	≥2,0	...	...
Consumo promedio, <i>per capita</i> , en litros por día								
Canillas públicas..	...	...	...	60	25	30	...	50
Población rural...	150	70-150	...	150	25-94	130	...	150
Población urbana	200-300	200-300	200-350	...	75-284	130-150	...	200-600
Coefficiente para día de máximo consumo	1,25-1,50	1,20-2,00	...	...	...	...	...	1,20
Coefficiente de máximo consumo horario en día de máximo consumo	1,50	1,50	3,00	1,50-2,50	...	1,50-2,00	...	2,00-2,75
Se da especial consideración a las industrias, comercio y a protección contra incendios	sí	...	...	...	...	sí	...	sí
<i>Aducción</i>								
Velocidad máxima por gravedad (m. por segundo).....	...	5,0	...	5,0	1,52	...	...	...
Velocidad mínima (m. por segundo).....	...	0,60	...	0,45	0,60-0,76	0,60	...	...
Medidas para:								
Protección contra golpes de ariete	...	...	...	...	...	...	sí	...
Protección contra corrosión	...	...	...	...	...	...	...	...
Instalación de válvulas de compuerta, válvulas de drenaje, válvulas de alivio.....	...	sí	...	sí	sí	sí	sí	sí
<i>Almacenamiento</i>								
Para regulación del consumo, porcentaje del consumo diario.....	...	...	33-88	35-40	25-40	...	...	...
Almacenamiento total (porcentaje del consumo diario).....	33	...	...	35-50	50-100	30	...	...
Emergencias y para incendios	...	sí	sí	sí	...	sí	sí	sí
<i>Estaciones de bombeo</i>								
Unidades de reserva requeridas	...	...	...	sí	...	...	sí	30%
Fuentes suplementarias de energía	...	...	...	sí	...	...	sí	sí

... Información no disponible, no hay normas escritas.

CUADRO NO. 4.—*Normas escritas de diseño de abastecimientos de agua en relación con el sistema de distribución y conexiones domiciliarias en nueve países de América Latina, 1962.*

	Brasil	Colom- bia	El Sal- vador	Guate- mala	Haití	Hon- duras	Panamá	Perú	Vene- zuela
<i>Sistema de distribución</i>									
Diámetro mínimo (mm.)									
sistemas pequeños.....	50	50	..	25	75	38	50		50-75
sistemas grandes	75	100-150	50-60	50	75	50	50	100	80
Presión mínima (m.)									
sistemas pequeños	15	10	..	..	15	3-7	14	...	5-7
sistemas grandes	15	15-20	15-20	..	15	7	14	..	15-50
Presión máxima (m.)									
sistemas pequeños	45	40	..	..	..	45	..	..	45-70
sistemas grandes	50	50	70	..	..	45	..	..	70
Separación entre válvulas	sí	sí	..	sí	sí	sí	..	sí	sí
Protección contra incendios									
flujo requerido (lt. por seg.)	10-100	5-24	8-12	..	..	22	..	..	*
presión mínima	15	20	..	..	..	..	..	..	..
separación entre tomas de incendio (m.)	300-400	200	200-300	..	200	100	180	..	100-200
diámetro mínimo para las tomas (mm.)	150	75	..	..	..	..	..	..	150
<i>Conexiones domiciliarias</i>									
Diámetro mínimo (mm.)									
sistemas pequeños.....	19	12	..	..	13	13	..	..	19
sistemas grandes	19	12	..	..	13	13	..	..	19
Se exigen medidores									
sistemas pequeños.....	no	no	..	..	..	no	..	..	..
sistemas grandes	no	sí	..	..	..	no	..	..	..
Tanques domiciliarios	sí	sí	..	..	..	..	..	..	sí

... Información no disponible.

$$* Q = 15\sqrt{P}$$

Las entrevistas con los ingenieros encargados del diseño en los distintos países, produjeron las siguientes impresiones:

1) Las normas de diseño escritas son convenientes.

2) Las grandes discrepancias entre los países latinoamericanos hacen difícil hoy, si no imposible, aplicar normas uniformes en todos ellos.

3) Las normas de cada país deben tener suficiente flexibilidad.

4) Una reunión de los ingenieros encargados del diseño de proyectos de abastecimiento de agua, de los distintos países, permitiría un intercambio de ideas y ello facilitaría el establecimiento de normas de diseño. De hecho, sería una gran ayuda para los países donde las normas se encuentran

bajo estudio y se reconoce que las actuales o son inadecuadas, o necesitan revisión.

5) Hay que mencionar otros dos asuntos, a pesar de sólo estar indirectamente relacionados con los problemas de diseño.

a) Parece muy plausible un programa objetivo de mejoras de los abastecimientos de agua. Dicho programa debiera ser práctico por completo con referencia a la cantidad de trabajo a realizar, que es considerable, en todos los países visitados, y a la suma de dinero que pueda obtenerse.

b) La gran cantidad de trabajo requerirá el servicio de más ingenieros de los que hay actualmente, y una utilización más eficiente del personal habido mediante la eliminación del trabajo a tiempo parcial, y el mejoramiento de sueldos.

CUADRO NO. 5.—Normas escritas de diseño de plantas de tratamiento de agua y medidas sanitarias en siete países de América Latina, 1962.

	Bolivia	Colom- bia	Guatemala	Honduras	Panamá	Paraguay	Venezuela
<i>Planta de Tratamiento</i>							
Remoción de arena							
Período de retención (min.)	20	{ En es- tudio	...	...	360-1000
Tasa de rebose (m. ³ /m. ² /día)	
Mezcla							
Periodo de retención (min.)	0,5-1,5	≥1	>0,5	...	1-2
Floculación							
Periodo de retención (min.)	10-20	10-60	30	..	15-45
Sedimentación convencional							
Periodo de retención (hr.)	3-4	..	4	...	2-4
Tasa de rebose (m. ³ /m. ² /día).....	25	..	...	...	..
Tasa de rebose en vertedero (m. ³ /m./día)	173-605	...	630	...	..
Unidades de contacto	no	...	sí	...	..
Periodo de retención (hr.)	2	...	..
Tasa de rebose (m. ³ /m. ² /día)...	58	..	130
Filtros lentos							
Velocidad de filtración (m. ³ /m. ² /día)	2,8-5,0	2,8-5,6	1,9-5,7	..	1,9-5,6
Profundidad del agua sobre la arena (m.)	1,0	..	0,9-1,5	...	0,9-1,5
Especificaciones de la arena							
Tamaño efectivo (mm.)	0,35	0,35-0,55	0,2-0,4	..	0,25-0,35
Coefficiente de uniformidad	1,7-2,0	1,5-1,7	≤2,5	..	2-3
Espesor de la capa de arena (m.)	0,60-1,20	0,60-1,00	0,60	..	0,6-1,2
Espesor de la grava o piedras (m.)	0,30	0,30-0,45	0,25	..	0,3
Filtros rápidos							
Velocidad de filtración (m. ³ /m. ² /día)	106-125	120-180	120	..	116-235
Profundidad del agua sobre la arena (m.)...	≥0,90	..	1,2-1,5
Especificaciones de la arena							
Tamaño efectivo (mm.)	0,45-0,55	0,35-0,55	0,35-0,80	..	0,4-0,5
Coefficiente de uniformidad	1,65	1,5-1,7	1,5-1,7	..	1,65
Espesor mínimo de la capa de arena (m.)	0,60-0,75	0,60	0,60-0,75	..	0,60-0,75
Espesor de la capa de piedra (m.)	0,30-0,60	0,30	0,40-0,60	..	0,45-0,60
Tipo especificado de fondo	tubería perforada	sí	..	varios
Tasa del agua de lavado (m. ³ /m. ² /día)	910-1280	..	864-1440

CUADRO No. 5.—*Cont.*

	Bolivia	Colombia	Guatemala	Honduras	Panamá	Paraguay	Venezuela
Tasa de agua de lavado superficial (m. ³ /m. ² /día) . . .	...	...	...	..	sí	..	230-470
Se permiten filtros a presión	sí	...	sí	..	sí	..	sí
Se permiten filtros de diatomita . . . . .	...	...	..	..	sí	...	...
Se permiten "micro-strainers" . . . . .	...	...	..	..	...	..	..
Ablandamiento . . . . .	...	..	..	..	..	..	..
Remoción de hierros y manganeso . . . . .	...	...	...	..	sí	..	sí
Control de olores y sabores . . .	..	..	..	..	sí	...	sí
Desinfección							
Cloración . . . . .	...	..	sí	sí	sí	sí	sí
Cloraminas . . . . .	..	..	sí	sí	sí	requeridas	sí
Hipocloración . . . . .	..	..	...	sí	sí	puedo ser autorizada	sí
Otros . . . . .	...	..	...	sí	sí	" "	sí
Fluoración . . . . .	...	..	..	sí	...	" "	sí
Estabilización . . . . .	...	...	..	..	sí	recomendada	..
Almacenamiento de productos químicos . . . . .	..	...	..	..	sí	..	sí
Equipo de dosificación . . . . .	...	..	..	..	sí	requerida para clor.	sí
Laboratorio en la planta . . . .	..	..	..	..	sí	..	...
Edificios de control . . . . .	...	..	...	..	..	aprobado por autoridad	...
<i>Medidas sanitarias</i>							
Corrientes de agua y cuencas colectoras	sí	..	..	sí	sí	..	..
Pozos	sí	sí	..	sí	sí	sí	..
Manantiales	sí	sí	..	sí	sí	..	..
Sistemas de distribución	sí	..	..	sí	sí	sí	..
Tanques de almacenamiento . .	sí	..	..	sí	sí	...	sí