

	Página		Página
DATOS GENERALES		PRECIPITADOS MECÁNICOS, QUÍMICOS Y ORGÁNICOS	
Alfabeto Griego	11	Rocas Cristalinas	25
Atmósfera	14	Rocas Eruptivas	24
Conversión de Temperatura	12	Rocas Metamórficas	25
Maquinaria	102	Rocas Sedimentarias	25
Medidas Antiguas, Algunas	14	Terrenos Duros	26
Símbolos Matemáticos	11	Terrenos Suaves	26
Tabla de Equivalencias	12		
Tabla de Equivalencias entre pulgadas y mm	15	CÁLCULO DE CONSTRUCCION	
Tabla de Unidades de Energía	72	Áreas Planas, Propiedades de	41
Tasas para el Cálculo de Cuotas LEY DEL IMSS	101	Clasificación de Mercancías	29
		Clasificación de Suelos	29
GEOMETRIA		Columnas de Acero Laminado	41
Curvas Circulares	16	Columnas de Hierro Vaciado	41
Distancias y Pendientes de las Coordenadas	15	Columnas de Madera	41
Triángulo Oblicuángulo, Resolución de un	17	Compresión Axial	40
Triángulo Rectángulo, Resolución de un	17	Fatigas de Trabajo en Kg./cm ² :	39
		Acero Estructural	40
ALGEBRA		Concreto	40
Ecuaciones	18	Hierro Vaciado	39
Operaciones con Fracciones	18	Maderas	39
Potencias y Raíces	19	Momentos de Inercia	41
Proporciones	19	Pesos Volumétricos de los Materiales	29
Valores Diversos	18	Radio de Giro	41
		Resistencia de los Materiales (Fórmulas Elementales)	30
TRIGONOMETRIA		Temperaturas Máximas y Mínimas en los Estados Unidos	
Cálculo de Funciones Trigonómicas	20	Mexicanos	27
Fórmulas que transforman una Suma o Diferencia en Producto	20	Varillas Corrugadas, Diámetro, Área y Peso de las	52
Propiedades de las Líneas Trigonómicas	20	Velocidades Máximas de Viento	26
		Vigas, Diagrama de	30
LOGARITMOS		Vigas, Diseño de	38
Generalidades	20		
Logaritmos Hiperbólicos	20	CONSTRUCCION DE OBRA	
Logaritmos Vulgares	20	Acero Estructural para Concreto Hidráulico, Dobleces en el	53
Propiedades	20	Ganchos de 180 Grados	54
		Ganchos de 90 Grados	55
TOPOGRAFIA		Concreto	43
Alineación Incorrecta	21	Concretos Hidráulicos, Proporcionamiento de	47
Cálculo de Coordenadas	23	Granulometría para Gravas y Arena, Tabla de	45
Cálculo de Rumbos	22	Láminas de Acero al Carbón	56
Cálculo de Superficies	23	Mortero Cemento-Arena-Agua, Cálculo de Cantidad Necesaria	
Corrección por Tensión	21	para Elaborar un Metro cúbico de	49
Corrección por Pandeo	21	Mortero de, Cantidades Necesarias para Elaborar un Metro	
Mediciones	21	Cúbico de:	
Obtención de Latitud y Longitud	22	Cal Apagada-Arena-Agua	49
Precisión para Trabajos en General 1/5000	21	Plasto Cemento-Arena-Agua	49
Sistemas de Nivelación	23	Muros Prefabricados, Características de	100
Nivelación de Perfil	23	Pastas, Cantidades Necesarias para Elaborar un Metro Cúbico de	49
Nivelación Diferencial	23	Plancha Nivelada de Acero	57
		Propiedades de Canales	57
GEOLOGIA		Propiedades de las Vigas	58
Arenas	26	Propiedades de Medias Vigas	58
Materiales de los Suelos	24	Propiedades del Perfil Angular de lados Diferentes	59
		Propiedades del Perfil Angular de lados Iguales	59
		Propiedades del Tubo Estructural de Acero	60

	Página		Página
Propiedades del Tubo Cuadrado	60	Encamado, Condiciones de	85
Propiedades del Tubo Perfil C Formado en Frio	61	Encamado, Factores de Carga que deben Aplicarse en los	
Proporcionamiento de Mortero para la Fabricación de un Metro		Diferentes Tipos de	85
Cúbico de Material	45	Fórmula de Manning	83
Soldadura	104	Golpe de Ariete	84
Tornillos y Remaches:		Resistencia Mínima al Aplastamiento	86
Características e Identificación para Tornillos Estructurales	61	Tuberías de Plástico	87
Remaches de Taller y Campo	65	Tubería Hidráulica PVC con campana para agua potable	87
Signos Convencionales para el Remachado y Atomillado	62	Tubería Hidráulica PVC con extremos lisos para agua potable	87
Tomillo de Cabeza y Tuerca Cuadrada	62	Tubería Hidráulica PVC con extremos lisos para usos industriales	88
Tomillo Estandar Cabeza Hexagonal	63	Tubería Hidráulica PVC con extremos lisos para gas natural	88
Tuercas Cuadradas Regulares	63	Tubería PVC para instalaciones sanitarias	88
Tuercas Hexagonales Regulares	64	Tubería PAD para fluidos a presión	88
		Tubería de Acero, Especificaciones de	89
ALUMBRADO		Tubería de Cemento Reforzado (Fibro-cemento), Factores que	
Alumbrado Público	71	deben de Considerarse en la Selección de la	85
Coefficiente de Mantenimiento	67	Tubería de Presión de Cemento Reforzado (Fibro-cemento),	
Coefficientes de Utilización	68	Constantes para el Uso de la	85
Generalidades	66	Tubo de Acero Soldado y sin Costura, Pesos y Dimensiones	
Iluminación Proyectada con Reflectores	70	Normales de,	89
Lámparas Incandescentes y Fluorescentes	66	Tubo de Cobre, Dimensiones y Pesos Teóricos del	90
Recomendaciones de Iluminación	68	Valores "f" en la Fórmula de Darcy-Weisbach para Tuberías	
por Actividades	69	Rectas de tubos lisos	83
Sistema de Cálculo	70	Valores "z" dados por Horton para la Fórmula de Manning	92
		Vertedero de Cresta Viva, Elección de un	92
INSTALACIONES ELECTRICAS		Vertederos Rectangulares (Fórmula de Francis)	94
Cálculo de Resistencias	71	Vertederos Rectangulares (Fórmula de King)	95
Calibradores para Alambre	77	Vertederos Triangulares	93
Definiciones y generalidades	71		
Número Máximo de Conductores que pueden alojarse en Tubo		RENDIMIENTOS	
Conduit	78	Acarreo de Tabique	50
Fórmulas para calcular Amperes HP, KW y KVA	77	Análisis de Costo Tipo	101
Instrumentos de Medición	74	Colocación de Tabique	51
Ley de Ohm Aplicada a Circuitos de Corriente Alterna	73	Habilitado, Armado, Montaje y Colocación de Fierro Estructural	
Principio del Transformador	75	Corrugado (Para Armado de Concreto)	56
Propiedades de los Materiales Conductores	75	Factor de Salario Real	100
Resistencia Eléctrica de los Conductores de Cobre	76	Instalación de Tubería Cemento Reforzado (Fibro-cemento)	86
Sistemas de Distribución	74	Integración de Materiales y Mano de Obra para Conexión de Tubo	
Unidades Eléctricas y Magnéticas	76	Conduit de PVC	99
		Integración de Materiales y Mano de Obra para Conexión de Tubo	
VENTILACION		de Cobre	97
Anhidrido Carbónico que producen las Personas y el Alumbrado		Integración de Materiales y Mano de Obra para Conexión de Tubo	
Calor cedido al Aire Ambiente por Persona en una Hora	79	Fierro Galvanizado	97
aproximadamente	79	Integración de Materiales y Mano de Obra para Conexión de Tubo	
Calor que Produce el Alumbrado	79	Hidráulico de PVC	98
Datos Aproximados de Densidad y Calor	80	Integración de Materiales y Mano de Obra para Conexión de Tubo	
Renovación de Aire Necesario en una Hora	79	Sanitario de PVC	99
		Método para Cuantificar Madera y Cimbra	101
INSTALACIONES HIDRAULICAS		Proporcionamiento de Concretos para Fines de Análisis de	
Bombas Centrífugas	96	Precios Unitarios	52
Circulación de Agua en Canales	90		
Circulación de Agua en Tuberías	80	RENDIMIENTOS	
Cálculo de Tuberías	80		
Fórmulas de Hazen-Williams	81		105
Gradiente Hidráulico	81		
Pérdida por Carga de Fricción	80		
Valores "f" para Emplearse en la Fórmula de Darcy	81		

SÍMBOLOS MATEMÁTICOS

+	Más, adición, positivo.
-	Menos, sustracción, negativo.
±	Más o menos.
×	Por, multiplicación.
÷, /	Entre, división.
⋮	es a
⋮	como Proporción
⋮	es a
=	Igual a
≠	Distinto a
≡	Idéntico a
>	Mayor que
<	Menor que
≥	Mayor o igual que
≤	Menor o igual que
∞	Infinito.
⊥	Perpendicular a
∥	Paralelo a
√	Radical, raíz cuadrada.
∛	Raíz cúbica.
∜	Raíz enésima de.
(), []	Paréntesis, los números o letras dentro de ellos se consideran como un factor.
∴	De donde
∵	Puesto que
∴	Por esta razón
°	Grados (geométricos).
°C, °F, °R, °K	Grados (caloríficos).
'	Minutos, pies, prima, 1a. derivada.
"	Segundos, pulgadas, biprima, 2a. derivada.
%	Porcentaje.
∠	Angulo.
∅	Diámetro

ALFABETO GRIEGO

Mayúsculas	Minúsculas	Nombre	Correspondencia Latina
A	α	Alpha	a
B	β	Beta	b
Γ	γ	Gama	g
Δ	δ	Delta	d
E	ε	Epsilon	e
Z	ζ	Zeta	z
H	η	Eta	ee
Θ	θ	Theta	th
I	ι	Iota	i
K	κ	Cappa	c
Λ	λ	Lambda	l
M	μ	Mu	m
N	ν	Nu	n
Ξ	ξ	Xi	x
O	ο	Omicron	o
Π	π	Pi	p
P	ρ	Rho	r
Σ	σ	Sigma	s
T	τ	Tau	t
Υ	υ	Ipsilon	y
Φ	φ	Phi	ph
X	χ	Chi	ch
Ψ	ψ	Psi	ps
Ω	ω	Omega	oo

En la siguiente tabla, se muestran las relaciones entre los diferentes grados caloríficos

CONVERSION DE TEMPERATURA					
Grado	Centigrado	Fahrenheit	Kelvin	Reamur	Rankine
Centigrado		$\left[\frac{9}{5} (K - 273.15) \right] + 32$	$C + 273.15$	$\frac{4}{5} C$	$1.8 (C + 273.15)$
Fahrenheit	$\frac{5}{9} (F - 32)$		$\frac{5}{9} (F - 32) + 273.15$	$\frac{4}{9} (F - 32)$	$F + 459.7$
Kelvin	$K - 273.15$	$\left(\frac{9}{5} R_e \right) + 32$		$\frac{4}{5} (K - 273.15)$	$K \times 1.8$
Reamur	$R_e \cdot \frac{5}{4}$	$\left(\frac{9}{4} R_e \right) + 32$	$\left(\frac{5}{4} R_e \right) + 273.15$		$\left(\frac{9}{4} R_e \right) + 491.7$
Rankine	$\frac{R_a - 273.15}{1.8}$	$R_a - 459.7$	$\frac{R_a}{1.8}$	$\frac{4}{9} (R_a - 491.7)$	

TABLA DE EQUIVALENCIAS

Multiplíquese	Por	Para obtener
A		
Acre	10	Cadenas ²
Acre	0.404687	Hectáreas
Acre	4 046.87	Metros ²
Acre	43 560	Pies ²
Area	100	Metros ²
Atmósferas	76	Cm. de Mercurio
Atmósferas	33.90	Pies de agua
Atmósferas	10 333	Kg. por m ²
B		
Barril de cemento	376	Libras (U.S.A.)
Barril de cemento	170.55	Kilogramos (U.S.A.)
Barril de petróleo	42	Galones (U.S.A.)
Barril de petróleo	159	Litros (U.S.A.)
Braza	1.8288	Metros
Braza	6	Pies
Bujía	12.566	Lumens
C		
Centiarea	1	Metro ²
Centímetro	0.01	Metro
Centímetro	10 000	Micras
Centímetro	10	Milímetros
Centímetro	0.3937	Pulgadas
Centímetro	393.70	Milésimas de Pulgada
Centímetro ²	0.1550	Pulgadas ²
Centímetro ³	0.06102	Pulgadas ³
Centímetro ⁴	0.0240	Pulgadas ⁴
Circular Mils	0.00051	Milímetros ²
Círculo	360	Grados angulares
D		
Decagramo	10	Gramos
Decalitro	10	Litros
Decámetro	10	metros
Decigramo	0.1	Gramo
Decilitro	0.1	Litro
Decímetro	0.1	Metro
Día	24	Horas
Día	1 440	Minutos
Día	86 400	Seg.
Dina	0.0010197	Gramo
F		
Furlong	201.168	Metros
Furlong	1/8	Milla

Multiplíquese	Por	Para obtener	Multiplíquese	Por	Para obtener
G			L		
Galón (U.S.A.)	3 785.4	Centímetros ³	Kilómetros ²	0.3861	Millas ²
Galón (U.S.A.)	3.78543	Litros	Kilowatts	56.92	B.T.U./mint.
Galón (U.S.A.)	231	Pulgadas ³	Kilowatts	14.31	Calorías/mint.
Galón (U.S.A.)	0.8327	Galón imperial inglés	Kilowatts	1.341	H.P.
Galón imperial inglés	4.54596	Litros	Kilowatts -horas.	1 000	Watts
Galones por minuto	0.063	Litros por seg.	Kilowatts -horas.	856.9	Calorías
Grado (angular)	1/360	Del círculo		3413	B.T.U.
Grado (angular)	60	Minutos	L		
Grado (angular)	0.01745	Radián	Libra Avoirdupois	453.5924	Gramos
Grado (angular)	3 600	Segundos	Libra Avoirdupois	16	Onzas Avoirdupois
Grado centígrado	1.8 + 32°	Grados Fahrenheit	Libra/pie	1.488	Kg./metro
Grado centígrado	0.8	Grados Reaumur	Libra/pie ²	4.882	Kg./m ²
Gramo	980.665	Dinas	Libra/pie ³	16.02	Kg./m ³
Gramo	0.03527	Onza Avoirdupois	Libra/pulg.	178.6	Gramos/cm.
Gramo	0.001	Kilogramo	Libra/pulg ²	51.7	mm. de Mercurio
H			Libra/pulg ³	0.703	Mt. columna de agua
Hectárea	2.4710	Acres	Libra/pulg ³	703.1	Kg./m ²
Hectárea	100	Areas	Libra/pulg ³	2.307	Pies columna de agua
Hectárea	10 000	Metros ²	Libra/pulg ³	27.68	Kg./dm ³
Hectárea	0.00386101	Millas ²	Libra/yarda ³	.00059328	Tonelada/metro ³
Hectárea	107 638	Pies ²	Litro	1 000.027	Centímetros ³
Hectogramo	100	Gramos	Litro	0.26418	Galón (U.S.A.)
Hectolitro	100	Litros	Litro	61.025	Pulgadas ³
Hectómetro	100	Metros	Lúmen.	0.07958	Bujía
Hora	60	Minutos	Lúmen.	0.001496	Watts
Hora	3 600	Segundos	M		
H.P.	33 000	Pies-lbs./minuto	Metro	100	Centímetros
H.P.	550	Pies-lbs./segundo	Metro	3.2808	Pies
H.P.	76	Kg-m/segundo	Metro	39.370	Pulgadas
H.P.	0.746	Kilowatts	Metro	1.19048	Varas
H.P.- hora	2 544.6	B.T.U.	Metro	1.09361	Yardas
H.P.- hora	641.24	Calorías	Metro ²	10 000	Centímetros ²
H.P.- hora	273.745	Kg-metros	Metro ²	10.7639	Pies ²
K			Metro ²	1.19599	Yardas ²
Kilogramo	1 000	Gramos	Metro ³	1000 000	Centímetros ³
Kilogramo	2.204	Libras	Metro ³	35.3145	Pies ³
Kilogramo	35.2739	Onzas	Metro ³	1.30794	Yardas ³
Kilogramo	0.001	Tonelada métrica	Metro ³	0.1	Centímetro
Kilogramo - metro	7.233	Pies libras	Milímetro	0.001	Metro
Kilogramo/cm ²	14.22	Lbs./pulgada ²	Milímetro	1 000	Micras
Kilogramo/cm ²	10	Mt. columna de agua	Milímetro	0.03937	Pulgada
Kilogramo/cm ²	32.8	Pies columna de agua	Milla	80	Cadenas
Kilogramo/cm ²	735	mm. de Mercurio	Milla	8	Furlongs
Kilogramo/cm ²	36.117	Lbs./pulg ³	Milla	5 280	Pies
Kilogramo/cm ³	0.672	Libras/pie	Milla	1 760	Yardas
Kilogramo/metro	0.2048	Libras/pie ²	Millas terrestres	1.60935	Kilómetros
Kilogramo/metro ²	0.0621	Libras/pie ³	Millas terrestres	0.8684	Millas náuticas
Kilogramo/metro ³	1 000	Metros	Millas náuticas	1.85325	Kilómetros
Kilómetro	1.609344	Milla Terrestre	Millas náuticas	1.1516	Millas terrestres
Kilómetro	3 280.83	Pies	N		
Kilómetro	217.1	Acres	Nudo	1	Milla náutica/hora
Kilómetros ²			Nudo	1.85325	Kilómetros/hora

Multiplíquese	Por	Para obtener
O		
Onza	28.3495	Gramos
Onza troy	31.1035	Gramos
P		
Pie	30.480	Centímetros
Pie	0.3048	Metro
Pie	12	Pulgadas
Pie	1/3	Yarda
Pies ²	0.0929	Metros ²
Pies ³	28.3170	Litros
Pies ³	0.02831	Metros ³
Pulgada	2.5400	Centímetros
Pulgadas ²	6.45163	Centímetros ²
Pulgadas ³	16.38716	Centímetros ³
Pulgadas ⁴	41.62314	Centímetros ⁴
R		
Radián	57° 17' 44.8"	Grados angulares
Radián	57.29578	Grados ang. decs.
S		
Saco de cemento americano	42.6376	Kilogramos
Saco de cemento americano	94	Libras
Saco de cemento mexicano	50	Kilogramos
Segundo (angular)	0.00027778	Grado
Segundo (tiempo)	0.00027778	Hora
Semana	168	Horas
T		
Tonelada bruta o larga	1 016.05	Kilogramos
Tonelada bruta o larga	2 240.0	Libras
Tonelada corta	907.185	Kilogramos
Tonelada corta	2 000	Libras
Tonelada embarque	40	Pies ³
Tonelada métrica	1 000	Kilogramos
Tonelada métrica	2 204.62	Libras
V		
Vara	0.84	Metros
Y		
Yarda	91.44018	Centímetros
Yarda	0.91440	Metro
Yarda	3	Pies
Yarda	36	Pulgadas
Yardas ²	0.83613	Metros ²
Yardas ³	0.76455	Metros ³

ALGUNAS MEDIDAS ANTIGUAS

MEDIDAS DE LONGITUD HEBREAS

1 Dedo	=	23.165 mm.
4 Dedos	=	1 Palma = 92.660 mm.
3 Palmas	=	1 Palmo = 277.980 mm.
2 Palmos	=	1 Codo Sagrado = 555.960 mm.
Codo lítico	=	417 mm.
Codo común	=	347 mm.
2000 codos	=	1 Jornada del sábado = 1111.920 mm.
Jornada de Sabat	=	1281 m.
40 Jornadas del sábado	=	1 Jornada del día = 44 476.8 mm.
1 Jornada del día	=	53 371 m. (otras autoridades).

MEDIDAS DE LONGITUD EGIPCIAS

1 Dedo	=	1.873 cm.
1 Codo Nalaud	=	44.98 cm.
1 Codo Real	=	52.48 cm.
1 Codo Sagrado	=	61.02 cm.

ATMOSFERA

Peso:

- a 760 mm. de Hg
- a 0°C de temperatura
- a 45° de latitud

Un metro³ pesa 1.293 Kg.

Para otras latitudes y altitudes:

$$1 \text{ m}^3 \text{ pesa} = 1.293 \left(\frac{R}{R} + 2 h \right) (1 - 0.002837 \cos^2 \text{ latitud})$$

R = Radio de la Tierra (6 366 198 m.)

h = Altitud del punto sobre el nivel del mar en metros.

TABLA DE EQUIVALENCIAS ENTRE PULGADAS Y mm

Fraciones de pulgada	Milésimas de Pulgada	mm	Fraciones de Pulgada	Milésimas de Pulgada	mm
1/128	0.00781	0.198	33/64	0.51562	13.097
1/64	0.01562	0.397	17/32	0.53025	13.494
3/128	0.02340	0.595	35/64	0.54687	13.891
1/32	0.03125	0.794	9/16	0.56250	14.288
3/64	0.04687	1.191	37/64	0.57812	14.684
1/16	0.06250	1.588	19/32	0.59375	15.081
5/64	0.07812	1.985	39/64	0.60937	15.478
3/32	0.09375	2.381	5/8	0.62500	15.875
7/64	0.10937	2.778	41/64	0.64062	16.272
1/8	0.12500	3.175	21/32	0.65625	16.669
9/64	0.14062	3.572	43/64	0.67187	17.066
5/32	0.15625	3.969	11/16	0.68750	17.463
11/64	0.17187	4.366	45/64	0.70312	17.859
3/16	0.18750	4.763	23/32	0.71875	18.256
13/64	0.20312	5.159	47/64	0.73437	18.653
7/32	0.21875	5.556	3/4	0.75	19.050
15/64	0.23437	5.953	49/64	0.76562	19.447
1/4	0.25000	6.350	25/32	0.78125	19.844
17/64	0.26562	6.747	51/64	0.79687	20.241
9/32	0.28125	7.144	13/16	0.8125	20.638
19/64	0.29687	7.541	53/64	0.82812	21.034
5/16	0.31250	7.938	27/32	0.84375	21.431
21/64	0.32812	8.334	55/64	0.85937	21.828
11/32	0.34375	8.731	7/8	0.875	22.225
23/64	0.35937	9.128	57/64	0.89062	22.622
3/8	0.37500	9.525	29/32	0.90625	23.019
25/64	0.39062	9.922	59/64	0.92187	23.416
13/32	0.40625	10.319	15/16	0.9375	23.813
27/64	0.42187	10.716	61/64	0.95312	24.209
7/16	0.43750	11.113	31/32	0.96875	24.606
29/64	0.45312	11.509	63/64	0.98437	25.003
15/32	0.46875	11.906		1.000	25.400
31/64	0.48437	12.303			
1/2	0.5000	12.700			

GEOMETRIA ANALITICA PLANA

Distancias y pendientes de las coordenadas

Distancia entre 2 puntos:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Coordenadas de un punto que divide a una recta en una razón dada:

$$x = \frac{x_1 + rx_2}{1+r}, \quad y = \frac{y_1 + ry_2}{1+r}$$

Coordenadas de un punto medio de una recta:

$$x = \frac{x_1 + x_2}{2}, \quad y = \frac{y_1 + y_2}{2}$$

Pendiente de una recta:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Angulo entre 2 rectas que se interceptan:

$$\tan \theta = \frac{m_1 - m_2}{1 + m_1 m_2}$$

Ecuación del círculo:

$$(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

Cuando el centro está en el origen:

$$x^2 + y^2 = r^2$$

Ecuación de la Elipse:

$$\frac{(x - h)^2}{a^2} + \frac{(y - k)^2}{b^2} = 1$$

Parábola. Ecuación:

$$(y - k)^2 = 2p(x - h)$$

Hipérbola. Ecuación:

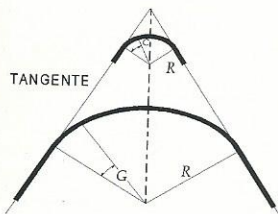
$$\frac{(x - h)^2}{a^2} - \frac{(y - k)^2}{b^2} = 1$$

CURVAS CIRCULARES:

Llámesse curvas circulares aquellos tramos curvos que sirven para enlazar tramos rectos.

Las Curvas varían con respecto a su radio y a su grado de curvatura.

Por su radio se deduce que a mayor radio mayor amplitud, menos forzada, que una de menor radio.



Llámesse grado de curvatura al ángulo central que subtiende una cuerda con valor de 20 mts. aquí en México, y de 100 pies en los U.S.A.

Por la fig. se puede observar que a mayor curvatura corresponde un ángulo G . mayor.

Conociendo el valor de G y el ángulo entre las tangentes pueden calcularse todos los elementos de una curva.

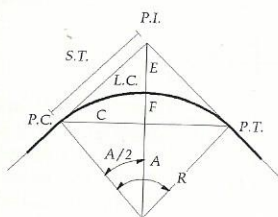
$$\therefore R = \frac{1145.9}{G} \quad (1)$$

$$G = \frac{1145.9}{R} \quad (2)$$

$$\therefore R = \frac{2\pi R : 20 :: 360^\circ : G}{\text{Radio de la Curva.}}$$

G = Grado de Curvatura.

Angulo de Deflexión.- Es el ángulo que se forma en el punto de intersección de las tangentes.



Δ = Angulo de Deflexión.
 $S.T.$ = Subtangente.
 $L.C.$ = Longitud de curva.
 $P.T.$ = Principio tangente.
 C = Cuerda.
 $P.I.$ = Punto de intersección.
 E = Externa.
 F = Flecha.
 R = Radio.

Longitud de curva.- Es la longitud del $P.C.$ al $P.T.$ medida sobre las cuerdas que forman el arco circular.

Externa.- Es la distancia que hay del $P.I.$ a la curva medida perpendicularmente.

Flecha.- Llámesele también ordenada media.

Fórmulas para calcular los elementos de una curva por logaritmos o funciones naturales:

$$R = S.T. \cot \frac{1}{2} \Delta \quad ; R = \frac{F}{1 - \cos \frac{1}{2} \Delta} \quad ; R = \frac{C}{2 \sin \frac{1}{2} \Delta}$$

$$R = \frac{10}{\sin \frac{1}{2} G} \quad ; R = \frac{1145.9}{G}$$

$$L.C. = \frac{\Delta 20}{G} \quad ; L.C. = \frac{\Delta 20 R}{1145.9}$$

$$S.T. = R \tan \frac{1}{2} \Delta \quad ; S.T. = \frac{C}{2 \cos \frac{1}{2} \Delta}$$

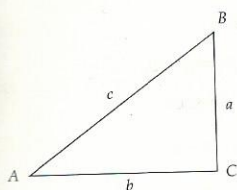
$$E = S.T. \tan \frac{1}{2} \Delta \quad ; E = \frac{R}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R = \frac{F}{\cos \frac{1}{2} \Delta}$$

$$C = 2 R \sin \frac{\Delta}{2}$$

La longitud del arco geoméricamente hablando es:

$$L = 0.017453 R \Delta$$

RESOLUCION DE UN TRIANGULO RECTANGULO

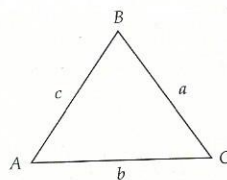


$$A + B + C = 180^\circ \text{ (Suma de Angulos internos)}$$

$$\text{Area} = \frac{ba}{2}$$

Datos	Incógnitas	Fórmulas
a, c	A, B, b	$\text{sen } A = \frac{a}{c} ; \text{cos } B = \frac{a}{c} ; b = \sqrt{c^2 - a^2}$
a, b	A, B, c	$\tan A = \frac{a}{b} ; \tan B = \frac{b}{a} ; c = \sqrt{a^2 + b^2}$
A, a	B, b, c	$B = 90^\circ - A ; b = a \cot A ; c = \frac{a}{\text{sen } A}$
A, b	B, a, c	$B = 90^\circ - A ; a = b \tan A ; c = \frac{b}{\text{cos } A}$
A, c	B, a, b	$B = 90^\circ - A ; a = c \text{ sen } A ; b = c \text{ cos } A$

RESOLUCION DE UN TRIANGULO OBLICUANGULO



$$\text{Area} = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$$

$$A + B + C = 180^\circ \text{ (Suma de ángulos internos)}$$

$$\therefore S = \frac{a+b+c}{2}$$

Datos	Incógnitas	Fórmulas
a, b, c	A, B, C	$\text{sen } \frac{1}{2} A = \sqrt{\frac{(S-b)(S-c)}{bc}}$ $\text{sen } \frac{1}{2} B = \sqrt{\frac{(S-a)(S-c)}{ac}}$ $\text{sen } \frac{1}{2} C = \sqrt{\frac{(S-a)(S-b)}{ab}}$
A, B, a	C, b, c	$C = 180^\circ - (A + B)$ $b = \frac{a \text{ sen } B}{\text{sen } A} ; c = \frac{a \text{ sen } C}{\text{sen } A}$
A, a, b	B, C, c	$\text{sen } B = \frac{b \text{ sen } A}{a} ; C = 180^\circ - (A + B)$ $c = \frac{a \text{ sen } C}{\text{sen } A}$
C, a, b	A, B, c	$\tan A = \frac{a \text{ sen } C}{b - a \text{ cos } C} ;$ $B = 180^\circ - (A + C)$ $c = \frac{a \text{ sen } C}{\text{sen } A}$

Operaciones con fracciones

$$\text{Suma} \dots\dots\dots \frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{ad + bc}{bd}$$

$$\text{Resta} \dots\dots\dots \frac{a}{b} - \frac{c}{d} = \frac{ad - bc}{bd}$$

$$\text{Multiplicación} \dots\dots \frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd}$$

$$\text{División} \dots\dots\dots \frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{ad}{bc}$$

Valores Diversos

$$\frac{a}{a} = 1 \quad \frac{a}{0} = \infty \text{ infinito} \quad a^0 = 1 \quad \frac{0}{a} = 0 \text{ cero}$$

$$a^{-1} = \frac{1}{a} \quad \frac{0}{0} = \infty \text{ indeterminado} \quad \frac{a}{\infty} = 0 \quad \sqrt{-1} = i \text{ imaginario}$$

$$2n = \text{número par}$$

$$2n \pm 1 = \text{número impar}$$

Medias entre a y b

$$\text{Media aritmética} \dots\dots\dots \frac{a+b}{2}$$

$$\text{Media geométrica} \dots\dots\dots \sqrt{a \cdot b}$$

$$\text{Media armónica} \dots\dots\dots \frac{2ab}{a+b}$$

ECUACIONES

De 1er. Grado con una incógnita

Problema Solución

$$x + a = b \quad x = b - a$$

$$x - a = b \quad x = b + a$$

$$ax = b \quad x = \frac{b}{a}$$

$$\frac{x}{a} = b \quad x = ba$$

$$\frac{m}{n} x = a \quad x = a \cdot \frac{n}{m}$$

$$ax + b = c \quad x = \frac{c-b}{a}$$

De 1er. Grado con 2 incógnitas

$$ax + by = c \quad x = \frac{cb' - bc'}{ab' - ba'}$$

$$a'x + b'y = c' \quad y = \frac{ac' - ca'}{ab' - ba'}$$

De 2o. Grado incompleto

$$x^2 = a \quad x = \pm \sqrt{a}$$

$$ax^2 + b = c \quad x = \pm \sqrt{\frac{c-b}{a}}$$

De 2o. Grado completa

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Ecuación del triángulo rectángulo

$$x^2 + y^2 = z^2$$

$$x = 2m \quad y = m^2 - 1 \quad z = m^2 + 1$$

$$a^m \times a^n = a^{m+n}$$

$$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$$

$$(a^m)^n = a^{m \times n}$$

$$\sqrt[n]{a^m} = a^{m/n}$$

$$a^{-m} = \frac{1}{a^m}$$

$$\sqrt[n]{\frac{1}{a^m}} = a^{-m/n}$$

$$\sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = a^{1/mn}$$

$$\sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = m^{-n} \sqrt[n]{a}$$

Factorial de un número; $n! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times n$

Binomio de Newton

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

$$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$$(a+b)^n = a^n + na^{n-1}b + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} a^{n-2}b^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} a^{n-3}b^3 + \dots + nab^{n-1} + b^n$$

Suma por diferencia

$$(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$$

Proporción Aritmética

$$a-b=c-d$$

Proporción Geométrica

$$a:b=c:d$$

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

$$a \times d = b \times c$$

$$a \pm b : b = c \pm d : d$$

$$a \pm b : a = c \pm d : c$$

Cuarta Proporcional

$$a:b=c:x$$

$$x = \frac{bc}{a}$$

Media Proporcional

$$a:x=x:b$$

$$x = \sqrt{ab}$$

Media y extrema razón

$$a:x=x:a-x$$

$$x > a-x$$

Progresión Armónica

$$a:c=a-b:b-c$$

$$\frac{1}{c} - \frac{1}{b} = \frac{1}{b} - \frac{1}{a}$$

media armónica

TRIGONOMETRIA

$$\operatorname{sen} A = \frac{a}{c} = \frac{\text{lado opuesto}}{\text{hipotenusa}} ; \operatorname{cosec} A = \frac{1}{\operatorname{sen} A} = \frac{c}{a} = \frac{\text{hipotenusa}}{\text{lado opuesto}}$$

$$\cos A = \frac{b}{c} = \frac{\text{lado adyacente}}{\text{hipotenusa}} ; \sec A = \frac{1}{\cos A} = \frac{c}{b} = \frac{\text{hipotenusa}}{\text{lado adyacente}}$$

$$\tan A = \frac{a}{b} = \frac{\text{lado opuesto}}{\text{lado adyacente}} ; \cot A = \frac{1}{\tan A} = \frac{b}{a} = \frac{\text{lado adyacente}}{\text{lado opuesto}}$$

Propiedades de las líneas trigonométricas para cualquier ángulo A

$$\tan A = \frac{\operatorname{sen} A}{\cos A} \quad \operatorname{sen}^2 A + \cos^2 A = 1$$

$$1 + \tan^2 A = \sec^2 A \quad 1 + \cot^2 A = \operatorname{cosec}^2 A$$

$$\cot A = \frac{1}{\tan A} = \frac{\cos A}{\operatorname{sen} A} ; \cot A = \frac{1}{\tan A} = \frac{\cos A}{\operatorname{sen} A} ; \operatorname{cosec} A = \frac{1}{\operatorname{sen} A} = \frac{\sec A}{\tan A}$$

Fórmulas que transforman una suma o diferencia en producto

$$\operatorname{sen} A + \operatorname{sen} B = 2 \operatorname{sen} \frac{A+B}{2} \cdot \cos \frac{A-B}{2}$$

$$\operatorname{sen} A - \operatorname{sen} B = 2 \operatorname{sen} \frac{A-B}{2} \cdot \cos \frac{A+B}{2}$$

LOGARITMOS

Generalidades

$b = \text{base}$

$$\log 1 = 0$$

$$y = b^x$$

$$\log 0 = -\infty$$

$$x = \log_y$$

$$\log b = 1$$

Propiedades

$$\log (m \times n) = \log m + \log n$$

$$\log \frac{m}{n} = \log m - \log n$$

$$\log m^n = n \log m$$

Logarítmos Vulgares

$$b = 10$$

Logarítmos Hiperbólicos

$$b = e$$

$$e = 1 + \frac{1}{1} + \frac{1}{1 \times 2} + \frac{1}{1 \times 2 \times 3} + \frac{1}{1 \times 2 \times 3 \times 4} + \dots + 2.718281828459 + \dots$$

$$\log_{10} e = 0.434294 = M \text{ (módulo)}$$

$$\frac{1}{\log_e} = 2.302585 = \frac{1}{M}$$

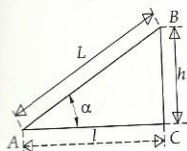
$$\log_{e^n} = \frac{1}{M} \log_{10^n} \quad \log_{10^n} = M \log_{e^n}$$

Valores de M

1	0.434294	6	2.605767
2	0.868589	7	3.040061
3	1.302883	8	3.474356
4	1.737178	9	3.908650
5	2.171472	10	4.342945

MEDICIONES:

Error por inclinación del terreno



$$l = L \cos \alpha$$

$\therefore$ l = Longitud reducida o compensada.

L = Longitud sobre el terreno.

α = Inclinación del terreno.

CORRECCION POR PANDEO

$$c = \frac{w^2 L^3}{24 P^2} = \frac{L}{24} \left(\frac{W}{P} \right)^2$$

$\therefore$ c = Corrección, en metros.

w = Peso de la cinta en Kg/m.

W = Peso total de la cinta (entre soportes), en Kg.

L = Distancia entre soportes, en m.

P = Tensión aplicada, en Kg.

PRECISION PARA TRABAJOS EN GENERAL 1/5000

MEDICION DE ANGULOS

$$\sum \angle \text{int.} = 180^\circ (n - 2); \quad \sum \angle \text{ext.} = 180^\circ (n + 2)$$

$\therefore$ n = número de lados

en caso de $\sum \angle \text{int.} \neq 180^\circ (n - 2); \quad \sum \angle \text{ext.} \neq 180^\circ (n + 2)$

Límite de error permisible $E = \sqrt{n} \times a$

$\therefore$ E = Error permisible.

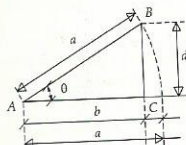
n = Número de estaciones.

a = Aproximación del aparato dado por la Cia. que lo construyó.

ERROR EN LA MEDICION CON CINTA

Cinta de Longitud Errónea = Error Sistemático.
(se evita comparándose con un patrón).

ALINEACION INCORRECTA



$$c = a - b \left(\frac{d^2}{2a} \right) \text{ (aproximado)}$$

c = Corrección.

a = Longitud medida en desviación.

b = Longitud alineada.

d = Desviación.

ERROR POR CAMBIOS DE TEMPERATURA

$$c = 0.000012 L (T - T_o)$$

$\therefore$ c = Corrección.

0.000012 = Coeficiente de dilatación térmica del acero por 1°C.

T = Temperatura a la hora de efectuar el levantamiento.

T_o = Temperatura de la cinta contrastada con un patrón.

L = Longitud de la cinta.

CORRECCION POR TENSION

$$c = \frac{(P - P_o) L}{A E}$$

$\therefore$ c = Corrección para la distancia L en m.

P = Tensión aplicada en Kg.

P_o = Tensión de contraste en Kg.

L = Longitud en metros.

A = Área de la sección transversal en mm²

E = Módulo de elasticidad del acero en Kg/mm²

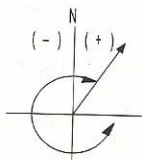
COMPENSACION ANGULAR.- El error angular es resultado de faltas sistemáticas, y después de verificar que el error está dentro de los límites permisibles; el error total se distribuye: sumando o restando la cantidad promedio a cada ángulo.

ANGULOS Y DIRECCIONES.- Se pueden clasificar en: orientaciones o rumbos, azimutes, desviaciones y declinaciones; tendrán el calificativo "observados", si son tomados en el campo y "calculados" si por el contrario son obtenidos en el gabinete.

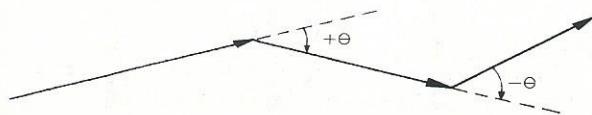
RUMBOS U ORIENTACIONES.- La dirección de una alineación con respecto a un meridiano dado es una orientación, se define la orientación de una línea por el cuadrante en que se encuentra.

El rumbo se denomina; verdadero, magnético o convencional, según sea la base de que se parte.

AZIMUTES.- Se llama azimut, el ángulo positivo (conforme a las manecillas del reloj) o negativo, que forman una línea dada con respecto al meridiano norte-sur en que se basa el trabajo, tomándose como cero al norte casi siempre.

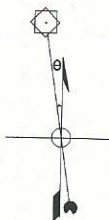


DESVIACION.- El ángulo formado en un itinerario por una línea y la prolongación de la precedente, se llama ángulo de desviación.

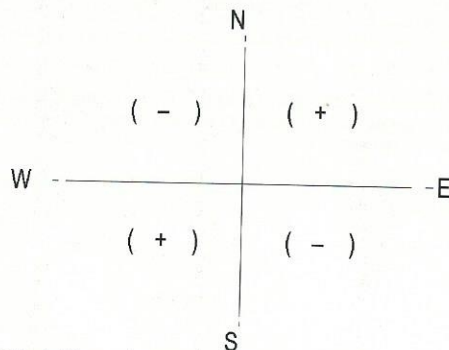


DECLINACION MAGNETICA.- Es el ángulo formado por el meridiano verdadero y el meridiano magnético.

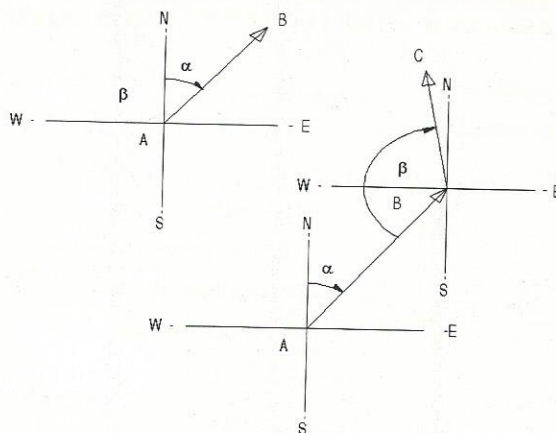
REPRESENTACION.- El meridiano verdadero se marca con una estrella al norte y una media luna al sur y el meridiano magnético, con una flecha.



CÁLCULO DE RUMBOS.- Se considera que cualquier rumbo tiene un valor para el cálculo, positivo o negativo.



Después de fijar en el campo el meridiano con que se va a trabajar, se principia el encaminamiento con ángulos derechos, (conforme a las manecillas del reloj) al meridiano establecido se le suma el primer ángulo, para obtener así el primer rumbo.



Supongamos que éste es $37^{\circ} 14'$ que sumado a la línea N-S nos produce un rumbo $N 37^{\circ} 14' E$, después de quedar establecido el rumbo, se le suma el siguiente: $135^{\circ} 27'$, que; Gráficamente nos produce un rumbo N-W véamoslo analíticamente.

		Signo para el cálculo
1o.- Rumbo Base	$N 37^{\circ} 14' E$	(+)
2o.- Se suma el siguiente ángulo	$135^{\circ} 27'$	(+)
3o.- Resultado de la suma	$172^{\circ} 41'$	(+)
4o.- Restando base	$179^{\circ} 60'$	(-)
5o.- Se efectúa operación (suma alg.)	$07^{\circ} 19'$	(-)
6o.- Así se obtiene el nuevo rumbo	$N 07^{\circ} 19' W$	(-)

Referencia al dibujo anterior, y así sucesivamente.

Con esto se termina el trabajo de campo y se pasa al de gabinete.

Después de las precauciones anteriores, si hay falla en el cierre, se puede compensar como sigue:

Suma de todos los lados	:	Error Total de cierre	::	Distancia Lado 1	:	Porcentaje de error conforme al lado
-------------------------	---	-----------------------	----	------------------	---	--------------------------------------

Con lo anteriormente descrito es suficiente para un mediano levantamiento, pero si se requiere más exactitud se continúa obteniendo latitud y longitud de cada punto para así obtener las coordenadas del mismo.

OBTENCION DE LATITUD Y LONGITUD

1o.- Del rumbo por medio de Tablas, se obtiene el coseno natural y el seno natural.

El coseno natural se multiplica por la distancia obteniéndose la latitud, que será positivo, si es norte o negativo si es sur.

El seno natural se multiplica por la misma distancia, obteniéndose la longitud, que será positiva si es este o negativa si es oeste.

La diferencia de longitudes debe ser cero.



En caso de :

$\Sigma \therefore$ dif. de lat. $\neq 0$ entonces:

Suma de todos los lados	:	Cualquier lado dado	::	Error total de latitud	:	Error de latitud del lado dado
-------------------------	---	---------------------	----	------------------------	---	--------------------------------

$\Sigma \therefore$ dif. de long. $\neq 0$ entonces:

Suma de todos los lados	:	Cualquier lado dado	::	Error total de longitud	:	Error de longitud del lado dado
-------------------------	---	---------------------	----	-------------------------	---	---------------------------------

CALCULO DE COORDENADAS.- Después de estar compensada la poligonal hasta latitudes y longitudes.

Se toma un punto base y se obtienen las coordenadas de todos los vértices, sumando algebraicamente a éste todas las latitudes hasta llegar de nuevo al vértice dado. Asimismo se continúa con las longitudes.

CALCULO DE SUPERFICIES

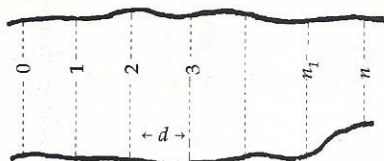
POR COORDENADAS.- Para determinar la superficie de un predio, conociendo las coordenadas de sus vértices, se multiplica la ordenada de cada vértice por la diferencia de abscisas de los vértices anterior y siguiente, restando siempre algebraicamente la segunda de la primera. La semisuma algebraica de dichos puntos, es el área buscada.

Ejemplo: en un caso de cinco puntos:

$$\text{Area} = \frac{1}{2} [x_1 (y_2 - y_5) + x_2 (y_3 - y_1) + x_3 (y_4 - y_2) + x_4 (y_5 - y_3) + x_5 (y_1 - y_4)]$$

SUPERFICIE DE UN PREDIO DE PERIMETRO IRREGULAR O CON CURVAS.- Si el perímetro de un predio sigue una línea irregular o curva, se suele levantar una poligonal en posición conveniente, cerca del lindero a que se refiere la poligonal.

Divídase la base en un número par n de partes; el área viene expresada por la fórmula de Simpson.



$$A = \frac{d}{3} [y_0 + y_n + 4(y_1 + y_3 + y_5 + \dots) + 2(y_2 + y_4 + y_6 + \dots)]$$

SISTEMAS DE NIVELACION

NIVELACION.- Se llama nivelación a los trabajos que se efectúan, para conocer la diferencia de alturas, de uno o varios puntos con respecto a uno conocido, denominado **Banco de Nivel**; éste puede ser, verdadero o supuesto y de ésta depende la finesa o precisión del trabajo.

NIVELACION DE PERFIL.- Es aquella en la que además de dar a conocer el desnivel entre los puntos, se toma la distancia entre ellos, dependiendo esas distancias de las necesidades de cada trabajo.

NIVELACION DIFERENCIAL.- Es la solución, cuando se quiere conocer exclusivamente la diferencia entre cotas, ya que no interviene el conocimiento de las distancias entre los puntos aunque no hay reglas sobre la precisión en el trabajo de nivelación, se recomienda:

Para nivelación aproximada, o sea la que se lleva a cabo en anteproyectos o reconocimientos, con visuales hasta 300 m. error tolerable en metros.

$$0.15 \sqrt{\text{distancia en kilómetros}}$$

Para nivelación ordinaria, como construcción de caminos, vías férreas, etc., lecturas aproximadas de miras aproximadas a dos milímetros.

Máximo error tolerable en metros:

$$0.04 \sqrt{\text{distancia en kilómetros}}$$

Para nivelaciones de precisión.- Para planos de poblaciones, o establecimiento de puntos de referencia visuales hasta 90 m. lecturas de mira con aproximación de 0.25 mm.

Máximo error tolerable en metros:

$$0.02 \sqrt{\text{distancia en kilómetros}}$$

Para nivelaciones de alta precisión o como determinar puntos permanentes de cota exacta, se emplean niveles de alta precisión, provistos de retículos estadimétricos y nivel de aire de gran sensibilidad, estatal con nivel vertical, distancia de lectura 50 metros máximo.

Máximo error tolerable en metros:

$$0.08 \sqrt{\text{distancia en kilómetros}}$$

Nivelación en circuito.- Cuando el itinerario es cerrado, la cota final, debe ser la misma que la primera, en caso contrario, la diferencia se denomina "error de cierre".

La causa de estos errores casi siempre es accidental, la corrección de este error es directamente proporcional a la distancia entre dicho punto y el inicial.

$$C_a \frac{a}{L} E_c ; C_b = \frac{b}{L} E_c ; C_n = \frac{n}{L} E_c$$

$$\therefore C_a, C_b, \dots, C_n = \text{Cotas corregidas}$$

a, b, n = Distancia entre puntos observados

L = Longitud total.

E_c = Error total de cierre.

MATERIALES DE LOS SUELOS

DEFINICIONES:

Aluvión.- Depósitos de tierra formados por la acción mecánica de las corrientes de agua.

Arena.- Conjunto de partículas desagregadas de las rocas acumuladas en las orillas del mar o de los ríos o en capas de los terrenos de acarreo, cuya dimensión máxima es de 5 mm.

Arcillas.- Silicato aluminico hidratado natural, puro o impurificado por óxidos de hierro.

Brecha.- Roca sedimentaria cementada, de grano grueso compuesta principalmente de fragmentos angulares.

Cantos rodados.- Mesas de rocas desprendidas de la formación rocosa mayores que las gravas; generalmente redondeadas y debilitadas a consecuencia de su transporte, a distancias considerables de las masas de que formaron parte. (matatenas).

Gravas.- Partículas separadas de las rocas, de tamaño intermedio entre las partículas de arena y los cantos rodados.

Limo.- Substancia fangosa formada de arcilla y restos orgánicos que se depositan en el fondo de estanques, fuentes, etc.

Mantillo.- Parte orgánica del suelo formada por la descomposición parcial de materias animales y vegetales. (Humus).

Margas.- Roca sedimentaria con una cierta proporción de materia vegetal, compuesta de arcilla y carbonato de cal.

Roca.- Masa grande de piedra; cualquier material mineral que en cantidades considerables forma parte de la corteza terrestre, se clasifican por su origen en eruptivas, sedimentarias, metamórficas y meteóricas.

ROCAS ERUPTIVAS

Rocas procedentes de la consolidación de las magnas en fusión contenidos en el interior de la tierra, bien sea en su seno, intrusivas, o en la chimenea de escape, filonianas, o en la superficie terrestre una vez que han conseguido escapar, efusivas. Las condiciones de consolidación repercuten en la estructura y composición mineralógica de las respectivas rocas.

ROCAS ERUPTIVAS			CARACTERES GEOLOGICOS		
			Intrusivas con estructura holocristalina Cristalización perfecta	Filonianas con estructura porfídica Cristalización en dos etapas	Efusivas con estructura porfídica o vitrea Cristalización defectuosa o nula
MINERALÓGICA	R. Ácidas y leucocratas más del 55% Si O ₂	Ortosa Cuarzo Biotita	Granito	Pegmatita	Liparita
		Hornablenda Ortosa	Sienita	Aplita sienítica	Traquita
		Plagioclasa Hornablenda Nefelina	Diorita	Aplitadiorítica	Porfirita Fonolita
COMPOSICIÓN	R. Básicas y melanocratas menos del 55% Si O ₂	Plagioclasa Dialaga	Cabro	Cabro-Pegmatita	Basalto
		Olivino Augita	Peridotita		Limburguita

ROCAS SEDIMENTARIAS

Rocas procedentes de la acumulación de rocas preexistentes, fragmentadas por los agentes geológicos y aglutinadas por las aguas que llevaban calizas o sílice en disolución, o bien por disolución y precipitación de materias y por último, por acumulación de restos orgánicos.

PRECIPITADOS MECANICOS			
Tobas volcánicas, acumulación de materiales volcánicos.		Tobas basálticas, acumulación de grandes fragmentos de basaltos. Tobas riolíticas, acumulación de grandes fragmentos de riolitas.	
PSEFITAS Fragmentos constituyentes de gran tamaño.	SIN CEMENTO (Fragmentos sueltos entre si).	CON CEMENTO (Fragmentos unidos por cemento natural)	
	Cascajos Matatenas o Cantos rodados Gravas	Brechas Conglomerados o Pudingas	
PSAMNITAS Fragmentos intermedios.	Arenas	Areniscas	Piedra de amolar o Asperón Molosa
DELITAS Fragmentos finísimos	Arcillas loess	Pizarras Arcillosas Arcillas Esquistosas	
PRECIPITADOS QUIMICOS			
Sulfatos		Haluros	Carbonatos
Yeso	Anhidrita	Sal Gema Sal Potásica	Calizas compactas Dolomías Tobas calcáreas Travertino
	Alabastro yesoso yeso fétilo		
PRECIPITADOS ORGANICOS			
CALIZOS	SILICICOS	CARBONOSOS	FOSFATICOS
Lumaquelas Calizas coralinas Calizas nummulíticas Calizas fétidas	Tripoli Lidita	Turba Lignito Hulla Antracita	Fosforita

ROCAS METAMORFICAS

Rocas formados por la acción de los Agentes Geológicos Internos: Grandes presiones provocadas por el empuje orogénico, elevación de la temperatura por expulsión de lava y gases magmáticos. Estos agentes, actuando sobre rocas eruptivas o sedimentarias, les provocan una recrystalización y ordenación de los cristales o esquistosidad, que les da nueva estructura. Forman también nuevos minerales llamados metamórficos.

Gneis	Grafiticos Epidóticos Cordieríticos Sericiticos Miacáceos
Anfibolitas	Granatíferas Biotíticas Cuarcíferas Magnetíticas
Pizarras	Cristalinas Satinadas
Cuarcitas	
Mármoles cristalino	

ROCAS CRISTALINAS

Rocas caídas a la Tierra desde las regiones atmosféricas y procedentes de la desintegración de otros planetas. Su composición mineralógica las asemeja a las rocas eruptivas de carácter intrusivas (aun cuando muchas presentan minerales propios), pero su estructura las distingue claramente de las rocas terrestres.

Sideritos	Hierro + níquel
Litosideritos	Intermedias entre ambas
Lititos	Olivino + piroxenos

Turbas.- Materia vegetal carbonizada parcialmente y comprimida.

Tierra.- Término empleado para designar, en general cualquier material térrico.

Tierra vegetal.- Material térrico capaz de alimentar la vida vegetal. Se compone principalmente, de materia animal o vegetal podrida.

ARENAS.- Las arenas se suelen clasificar en fina, media y gruesa, según el tamaño de sus granos.

No. de tamiz	Mallas por cm ²	No. de tamiz	Mallas por cm ²
4	2.5	45	300
5	3.5	50	365
6	5.25	55	440
7	7.25	60	525
8	9.	65	600
9	12	70	715
10	14	75	815
11	17	80	900
12	21	85	1050
13	25	90	1180
14	28	100	1460
15	33	110	1760
16	37	120	2100
18	47	130	2470
20	58	140	2860
22	71	150	3280
25	91	160	3780
28	115	180	4900
30	130	200	5840
32	150	220	7070
35	180	240	8400
40	235	250	9150

El estudio de los suelos donde se piensa edificar una construcción es necesario recurrir a la investigación geológica, aquí presentamos una clasificación y resistencia de los diferentes tipos de suelo.

Los terrenos se pueden dividir en: duros y suaves.

TERRENOS DUROS:

	Resistencia
Roca granítica.	300 Ton/m ²
Piedra caliza, en lechos compactos.	250 "
Piedra arenisca, en lechos compactos.	200 "
Conglomerados o brechas.	80 - 100 "
Roca blanda o Esquistos.	80 - 100 "
Gravas y arenas compactas.	60 - 100 "
Gravas, secas gruesas, compacta.	60 "

TERRENOS SUAVES:

Gravas y arenas mezcladas con arcilla seca.	40 - 60 "
Arcilla seca en capas gruesas.	40 "
Arcilla medianamente seca en capas gruesas.	30 "
Arcillas blandas.	10 - 15 "
Arena compacta, conglutinada, compacta.	40 "
Arena limpia y seca, en sus lechos naturales y compactos.	20 "
Tierra firme seca, en sus lechos naturales.	4 "
Terrenos de aluvión.	5 - 15 "
Los terrenos del Valle de México.	2 - 5 "

Pero se admiten cargas superiores, si el resultado de los estudios lo demuestran.

VELOCIDADES MAXIMAS DE VIENTO

en metros por segundo

OBSERVATORIO	COORDENADAS en grados por minutos			RUMBO	
	Lat.	Long.	Altitud en m.	Dirección	Velocidad en m/segundo
1 Ensenada, B.C.	31-51	116-38	13	W	14.4
2 La Paz, B.C.	24-10	110-25	10	NE	37.0
3 Puerto Cortés, B.C.	24-26	111-52	5	N	21.8
4 Campeche, Camp.	19-51	90-33	5	E	36.0
5 Torreón, Coah.	25-32	103-27	1013	SE	38.0
6 Saltillo, Coah.	25-25	102-00	1609	SSE	29.0
7 Piedras Negras, Coah.	28-42	100-31	220	NE	41.0
8 Monclova, Coah.	26-53	101-25	591	NNE	16.5
9 Colima, Col.	19-14	103-43	494	SE	38.4
10 Manzanillo, Col.	19-03	104-17	8	WSW	65.0
11 Comitán, Chis.	16-15	92-08	1530	E	29.0
12 Tapachula, Chis.	14-55	92-16	182	NE	25.0
13 Tuxtla Gutiérrez, Chis.	16-45	93-07	518	W/NNE	19.0
14 Chihuahua, Chih.	28-38	106-05	1423	SSW	38.5
15 Tacubaya, D.F.	19-24	99-12	2308	SSE	28.4
16 Cd. Lerdo, Dgo.	25-32	103-31	1135	SW	38.0
17 Durango, Dgo.	24-02	104-40	1889	NE	23.8
18 Acapulco, Gro.	16-50	99-56	28	ENE	49.9
19 Chilpancingo, Gro.	17-33	99-30	360	E-ESE-SE	23.0
20 Guanajuato, Gto.	21-01	101-15	2050	W-NE	21.0
21 Pachuca, Hgo.	20-08	98-44	2426	NE	33.3
22 Guadalajara, Jal.	20-43	103-23	1589	NE	27.6
23 Huejucar, Jal.	22-21	103-12	1932	SW	20.5
24 Toluca, Méx.	19-18	99-40	2680	N	20.0
25 Morelia, Mich.	19-42	101-11	1941	S	22.1
26 Tepic, Nay.	21-31	104-54	915	NW	12.5
27 Monterrey, N.L.	25-40	100-18	538	ESE	30.5
28 Oaxaca, Oax.	17-04	96-43	1550	W	27.0
29 Salina Cruz, Oax.	16-10	95-12	6	NW	54.0
30 Puebla, Pue.	19-02	98-12	2162	SE	23.8
31 Querétaro, Qro.	26-36	100-23	1842	W/SE	25.0
32 Cozumel, Q. Roo	20-31	86-57	3	N	53.5
33 Chetumal, Q. Roo	18-30	88-18	3	SE-E-ESE	14.0
34 San Luis Potosí, S.L.P.	22-09	100-59	1877	W	25.2
35 Río Verde, S.L.P.	21-56	100-59	987	ESE	15.0
36 Culiacán, Sin.	24-49	107-24	84	SE	27.7
37 Mazatlán, Sin.	23-12	106-25	3	NW	60.0
38 Guaymas, Son.	27-55	110-54	44	NNE	39.5
39 Hermosillo, Son.	29-04	110-58	237	ESE	12.5
40 Tampico, Tamps.	22-13	97-51	12	N	36.7
41 Tlaxcala, Tlax.	19-19	98-14	2252	S	29.3
42 Córdoba, Ver.	18-54	96-56	924	NW	25.0
43 Jalapa, Ver.	19-32	96-55	1427	N	32.0
44 Orizaba, Ver.	18-51	97-06	1284	S	19.6
45 Veracruz, Ver.	19-12	96-08	16	NNW	67.5
46 Mérida, Yuc.	20-59	89-39	9	NNE	24.7
47 Progreso, Yuc.	21-18	89-39	8	SSE	28.9
48 La Bofa, Zac.	22-47	102-34	2612	SSW	17.9

VELOCIDADES REGIONALES EN LA REPUBLICA MEXICANA

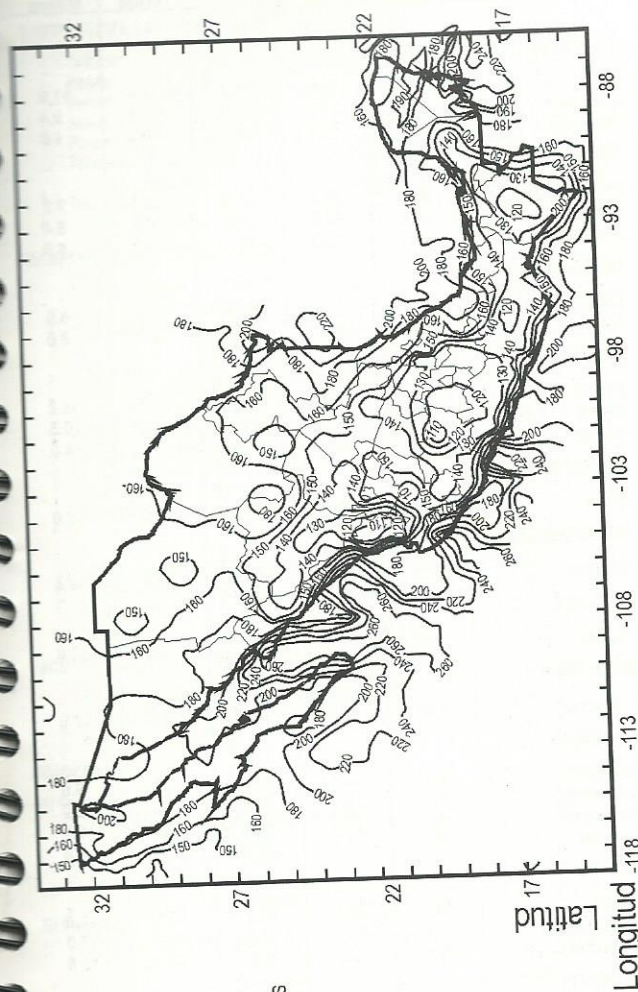
Grupo de Estructuras A
Periodo medio de Retorno 200 años

Isotacas km/h

Altura sobre el terreno 2 m

Categoría del Terreno 2

Lapso de Promediación 3 seg.



TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS

Temperaturas en grados centígrados, registradas en los Centros de Población de la República Mexicana.

Estación	Extrema Máxima	Promedio Máxima	Media	Promedio Mínima	Extrema Mínima
BAJA CALIFORNIA					
Tijuana	49.0	23.4	17.4	11.2	-4.0
Ensenada	39.5	20.8	15.7	11.1	-1.6
San Fernando	48.0	27.5	18.9	9.2	-6.0
Bataques	57.0	32.7	22.9	13.0	-8.9
Punta Abrejos	40.0	28.8	20.5	12.3	-2.0
Mulege	50.0	30.0	22.9	15.9	-5.0
Puerto Cortés	38.6	26.1	21.5	17.5	4.0
Comondú	46.0	30.3	22.3	14.5	0.0
La Paz	43.1	30.0	24.0	17.2	1.9
Cabo San Lucas	44.0	29.6	24.2	18.8	3.0
SONORA					
Punta Peñasco	41.0	27.5	21.2	14.7	0.0
Imuris	47.0	30.1	20.4	10.4	-6.0
Frontera	48.0	28.0	17.5	6.5	-15.0
Sahuaripa	49.5	33.9	24.7	13.9	-5.0
Arivchi	49.9	32.0	22.2	12.4	-11.5
Guaymas	42.0	29.9	25.0	20.6	4.0
Obregón	42.5	30.6	22.4	14.2	-1.5
Minas Nuevas	45.0	32.0	23.4	14.2	0.5
Hermosillo	46.4	31.9	24.6	16.4	0.0
CHIHUAHUA					
N. Casas Grandes	42.5	26.2	17.8	9.6	-21.5
Cd. Juárez	44.0	25.9	17.7	9.4	-23.0
El Tintero	39.0	24.4	15.7	6.7	-16.6
Ojinaga	48.7	30.8	22.0	13.4	-12.0
Chihuahua	41.3	26.3	18.8	11.0	-12.0
Las Burras	43.0	28.3	19.6	10.9	-15.0
Cuauhtémoc	41.0	24.1	15.0	6.5	-16.0
Creel	39.5	20.1	11.0	1.8	-23.0
COAHUILA					
Concordia	43.5	30.0	21.3	12.4	-9.6
Piedras Negras	44.1	28.6	21.7	15.6	-13.6
Nva. Rosita	47.0	27.9	20.6	13.9	-10.0
Esmeralda	40.0	23.7	17.8	12.1	-9.6
Cuatro Ciénegas	44.0	29.4	21.7	13.9	-10.0
Monclova	45.5	29.8	22.2	15.3	-8.2
Torreón	47.0	31.6	22.3	10.3	-10.0
Parras	40.5	27.1	20.8	14.4	-10.8
Saltillo	39.0	24.6	17.9	11.4	-4.0
NUEVO LEON					
Monterrey	43.5	27.8	22.4	16.5	-6.8
TAMAULIPAS					
N. Laredo	44.0	28.3	22.6	17.1	-7.9
Tamaulipas	43.5	29.1	23.2	17.1	-6.0
Fernando	44.5	30.1	23.7	17.4	-9.5
Cd. Victoria	46.5	30.7	24.0	17.4	-5.0
Llera	48.5	32.8	26.2	19.6	-2.5
Tampico	42.7	28.0	24.3	20.1	-0.0
SINALOA					
El Fuerte	46.0	34.7	25.1	15.4	-1.5
Culiacán	41.4	33.0	25.2	18.3	-1.6

Estación	Extrema Máxima	Promedio Máxima	Media	Promedio Mínima	Extrema Mínima
Mazatlán	36.2	26.9	24.2	21.3	5.9
DURANGO					
Guanacevi	39.0	23.5	15.4	6.9	-11.0
Tepihuas	42.0	26.0	16.5	7.0	-10.0
Nazas	43.0	30.5	21.1	11.7	-10.0
Cd. Lerdo	40.4	29.0	21.3	12.7	-10.5
Durango	35.6	24.5	17.9	10.6	-10.0
ZACATECAS					
Sombrerete	38.5	25.1	16.8	6.5	-7.0
Zacatecas	28.8	17.5	13.3	9.6	-9.2
SAN LUIS POTOSÍ					
Matehuala	42.0	27.3	19.4	11.5	-10.0
San Luis Potosí	39.0	25.8	18.3	10.3	-6.0
Rio Verde	43.3	28.5	20.9	14.7	-3.8
NAYARIT					
Tepic	37.0	28.5	20.8	13.7	0.2
JALISCO					
Huejucar	39.0	26.2	17.6	9.0	-7.0
Pto. Vallarta	46.0	32.3	26.2	20.0	10.0
Guadalajara	37.0	26.6	19.3	11.7	-5.5
Lagos	36.2	20.3	18.2	10.4	-6.3
Cd. Guzmán	34.5	26.4	19.9	11.7	0.0
AGUASCALIENTES					
Aguascalientes	36.0	26.2	18.5	10.3	-6.0
GUANAJUATO					
León	38.5	27.3	19.5	11.9	-2.5
Guanajuato	33.9	24.2	17.8	11.9	-1.3
HIDALGO					
Pachuca	32.6	20.5	14.2	8.6	-6.0
Tulancingo	35.4	29.7	15.0	8.7	-8.0
PUEBLA					
Puebla	32.0	23.6	17.0	10.4	-2.1
VERACRUZ					
Tuxpan	42.0	29.6	25.2	20.6	1.0
Jalapa	34.6	23.0	18.1	14.2	0.6
Veracruz	39.5	28.4	25.5	22.2	8.7
Córdoba	41.0	26.4	20.5	14.4	0.0
Orizaba	38.2	24.5	19.1	13.8	2.0
Alvarado	43.0	29.5	26.2	22.5	11.0
Lauchapan	42.5	30.5	25.4	20.2	4.5
Nanchital	42.0	29.9	25.6	21.2	10.0
COLIMA					
Colima	39.8	32.5	24.1	18.5	8.5
Manzanillo	39.5	31.6	26.5	22.3	12.5
CHIAPAS					
Tuxtla Gutiérrez	42.0	32.2	24.4	16.4	1.5
C. Las Casas	30.1	21.3	14.4	7.7	-7.2
Arriaga	40.5	33.4	27.3	18.0	8.0
Comitán	33.7	25.3	18.1	11.1	-0.5
Tapachula	38.0	32.9	26.2	19.7	13.4

Estación	Extrema Máxima	Promedio Máxima	Media	Promedio Mínima	Extrema Mínima
CAMPECHE					
C. Carmen	43.7	31.9	27.2	22.4	11.0
Campeche	43.0	37.0	26.5	22.4	9.4
Escárcega	44.0	32.9	26.2	19.2	4.0
YUCATAN					
Progreso	38.0	28.4	25.6	22.1	9.2
Mérida	39.4	30.9	26.0	21.0	8.4
Valladolid	40.5	31.8	25.7	19.5	5.0
QUINTANA ROO					
Chetumal	37.5	29.8	25.7	21.9	5.0
Cozumel	36.6	30.7	25.5	22.1	9.0
MICHOACAN					
Zamora	42.3	30.5	21.0	11.5	-3.2
Morelia	32.6	23.7	17.9	11.6	-0.5
Arteaga	36.5	31.3	23.1	14.5	4.0
ESTADO DE MEXICO					
Toluca	26.5	18.3	12.8	6.8	-5.0
DISTRITO FEDERAL					
Tacubaya	32.8	23.4	15.5	9.5	-4.4
TLAXCALA					
Tlaxcala	30.6	22.0	16.7	9.6	-2.0
MORELOS					
Cuernavaca	43.0	28.4	19.6	10.9	-7.0
GUERRERO					
Zihuatanejo	41.0	30.4	26.2	22.1	9.0
Chilpancingo	39.5	29.1	21.5	15.5	2.0
Alcozahuca	40.0	27.8	20.1	12.2	-0.1
Acapulco	40.5	31.9	27.8	23.6	15.8
OAXACA					
Oaxaca	39.0	29.4	20.6	12.6	-1.0
Puerto Angel	48.0	32.2	27.6	22.7	17.0
Salina Cruz	39.6	32.2	27.6	23.0	12.6
TABASCO					
Mosquitero	41.6	30.8	25.6	20.2	8.0
Villahermosa	45.5	33.6	27.7	22.1	11.0

La información de las velocidades de viento y temperaturas de las páginas anteriores, fueron proporcionadas por la Dirección General de Geografía y Meteorología de la Secretaría de Agricultura y Ganadería.

Esta publicación se hace previa autorización recabada en oficios Nos. 101.1/209.9-14 y 101.1/209.9-25.

Cualquier reproducción quedará sujeta a los lineamientos de la Ley.

PESOS VOLUMÉTRICOS EN KILOGRAMOS POR METRO³

MAMPOSTERIA DE PIEDRAS NATURALES.

Chiluca	2 300
Basalto	2 200
Recinto	1 900
Areniscas	1 800
Piedra brasa	1 800
Tepetate Seco	1 175
Saturado	1 600
Tezontle Seco	950
Saturado	1 350

MAMPOSTERIA DE PIEDRAS ARTIFICIALES.

Concreto Simple	Clase I	2 200
	Clase II	2 000
Concreto Reforzado	Clase I	2 300
	Clase II	2 100
Adobe		1 400
Ladrillo rojo macizo prensado		1 800
Ladrillo rojo macizo hecho a mano		1 500
Ladrillo rojo hueco prensado		900
Ladrillo rojo hueco hecho a mano		1 200
Ladrillo ligero de cemento macizo		900
Ladrillo ligero de cemento hueco		800
Bloque hueco, de concreto	Pesado	2 000
	Intermedio	1 500
	Ligero	1 100
Ladrillo delgado rojo, prensado		1 800
Ladrillo delgado rojo común		1 500
Azulejo o loseta		1 800
Mosaico		2 000

MORTEROS PARA APLANADOS.

Mortero de cemento y arena	2 000
Mortero de cal y arena	1 500
Mortero de yeso	1 500

MADERA.

A) Pesadas

Tropicales (Chicozapote, Pucté, Ramón)	
Seca	1 075
Saturada	1 250
Encino Blanco	
Seca	875
Saturada	1 075

B) Medianas

Tropicales (Pelmax, Tzalam, Aguatillo, Chocouanate)	
Seca	825
Saturada	950
Encino Rojo	
Seca	875
Saturada	790

C) Livianas

Tropicales (Maculis, Bari, Pas'k, Haya, Amapola, Primavera, Alie)	
Seca	600
Saturada	675
Pino (ocote)	
Seca	575
Saturada	750
Oyamel, Pinabete, Enebro, Sabino, Ciprés	
Seca	525
Saturada	625

METALES.

Acero	7 850
Aluminio	2 700
Hierro laminado	7 600
Hierro fundido	7 200

VIDRIO ESTRUCTURAL

Tabiques de vidrio para muros	1 800
Prismáticos para tragaluces	2 000

TIERRAS, ARENAS, GRAVAS

Tierra suelta seca	1 200
Tierra suelta húmeda	1 300
Tierra apretada seca	1 400
Tierra apretada húmeda	1 600
Arena y grava suelta y seca	1 600
Arena y grava apretada y seca	1 650
Arena y grava mojada	1 700
Arena de tepetate	800
Arcilla típica del Valle de México (Condición natural)	1 300
Arcilla Seca	1 050
Limo Suelto Húmedo	1 150
Compacto Húmedo	1 450
Relleno Compacto Seco	1 900
Compacto Húmedo	2 400
Cascajo	1 400
Asfalto	1 300
Yeso	1 500

Para empuje de tierras, considérese a éstas un peso volumétrico de 1600 Kg. por metro cúbico.

LAS MERCANCÍAS SE CLASIFICAN:

a).- **Ligeras.**- Ropa hecha, calzado, sombreros, juguetes, joyas, adornos, cajas mortuorias, muebles, alfarería; envases, candiles, cuadros, artículos de corcho, flores, plantas, artículos de óptica, telas e hilos, cristalería, abarrotes, frutas, madera, tlapalería, pieles, jarciería, artículos de hule, drogas, bebidas y similares.

b).- **Semipesadas.**- Vidrios, loza, cales, cementos, piedras naturales y artificiales, vehículos, maquinaria ligera, carbón y similares.

c).- **Pesadas.**- Ferrería, herrería, maquinaria pesada, fundición y laminación, artículos de plomo, libros, papel y similares.

CLASIFICACION DE SUELOS:

Atendiendo a las características del subsuelo, éste se supondrá clasificado en tres tipos principales.

TIPO A.- Fondo del lago; estratos de arcilla volcánica altamente compresible, de muy baja capacidad de carga, cuyo espesor es mayor de (10) diez metros.

TIPO B.- Transición: formaciones arcillosas de compresibilidad media a baja con capas intercaladas de arcilla volcánica compresible, cuyo espesor es menor de (10) diez metros.

TIPO C.- Lomeríos: Subsuelo de muy baja compresibilidad y alta capacidad de carga (conglomerados y tobas compactas).

RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

(FORMULAS ELEMENTALES)

ESFUERZOS:

Compresión:

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Tensión:

$$f_t = \frac{P}{A}$$

Corte:

$$f_s = \frac{V}{A}$$

Temperatura:

$$f_{temp} = a (t_f - t_o) E$$

Flexión:

$$f_f = \frac{Mc}{I}$$

Torsión:

$$f_m = \frac{Mr}{J}$$

Fza. Centrífuga:

$$f_{fc} = \frac{v^2 \gamma}{g}$$

DEFORMACIONES:

Ley de Hooke:

$$d = \frac{PL}{AE}$$

Temperatura:

$$d_t = \alpha (t_f - t_o) L$$

Barra suspendida con carga en el extremo libre:

$$d' = \frac{L}{AE} \left(P + \frac{P'}{2} \right)$$

JUNTAS REMACHADAS:

Paso del remache:

$$P = \frac{\pi D^2 f_s}{4 e f_t} + D'$$

Diámetro del remache:

$$D = \frac{4 f_c}{\pi f_s} e$$

Eficiencia de la junta:

$$\eta = \frac{P - D}{P}$$

P carga aplicada

A área de la sección transversal

V fuerza de corte

α coeficiente de dilatación lineal

t_f temperatura final

t_o temperatura inicial

E módulo de elasticidad

M momento flexionante o de torsión

c distancia de la fibra neutra a la más alejada

I momento de inercia de la sección transversal

P' peso propio

r radio de la barra sujeta a torsión.

J momento de inercia polar de la sección transversal de la barra sujeta a torsión.

v volumen.

γ peso volumétrico.

g aceleración de la gravedad (9.81 m/seg)

L longitud

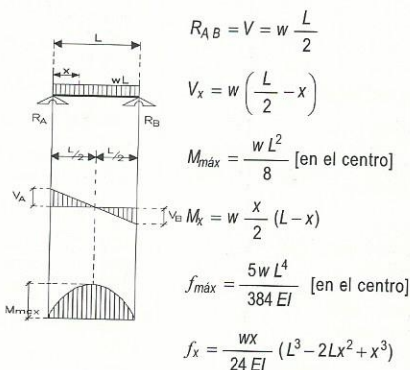
D' Diámetro del orificio

d deformación

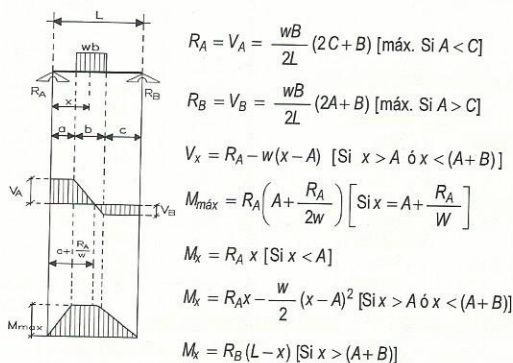
e espesor de la lámina.

DIAGRAMA DE VIGAS

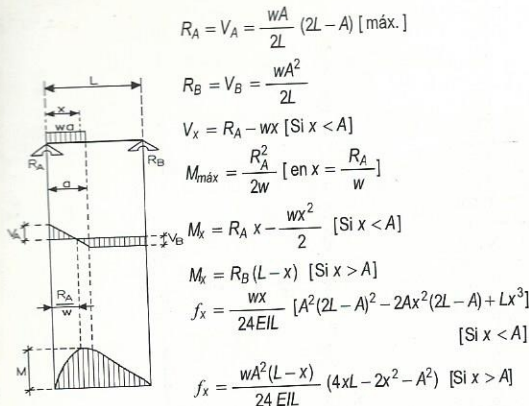
1.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA.



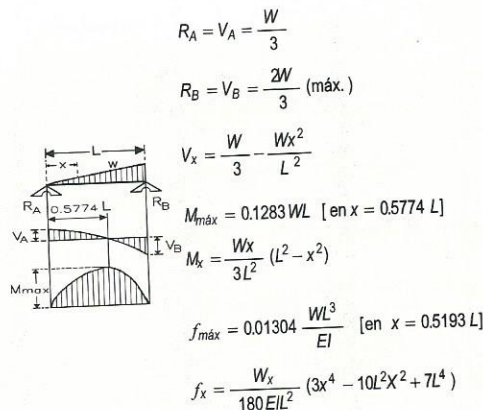
2.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA PARCIALMENTE.



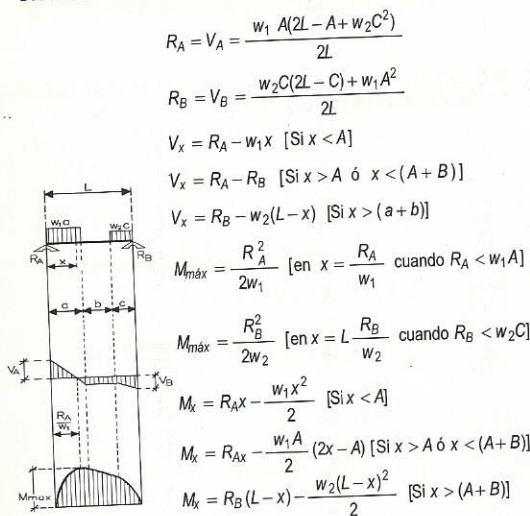
3.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON CARGA UNIFORME, DISTRIBUIDA PARCIALMENTE, EN UN SOLO EXTREMO.



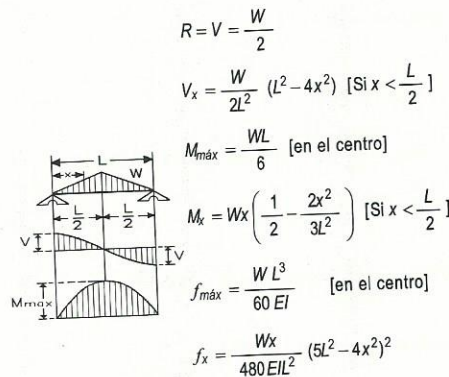
5.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON CARGA CRECIENTE UNIFORMEMENTE DE UN EXTREMO A OTRO.



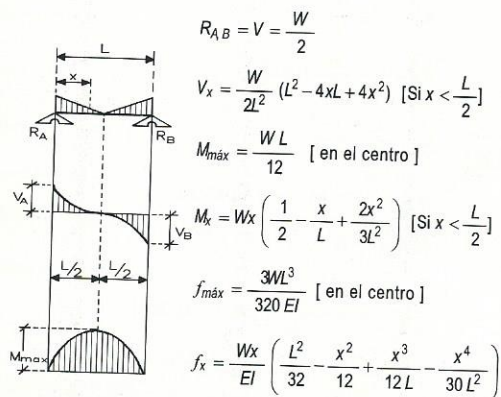
4.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON CARGAS UNIFORMES, DISTRIBUIDAS PARCIALMENTE EN AMBOS EXTREMOS.



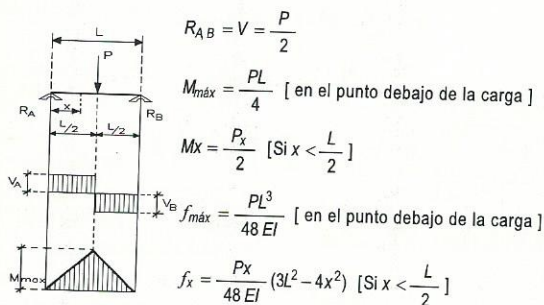
6.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON CARGA CRECIENTE UNIFORMEMENTE HACIA EL CENTRO.



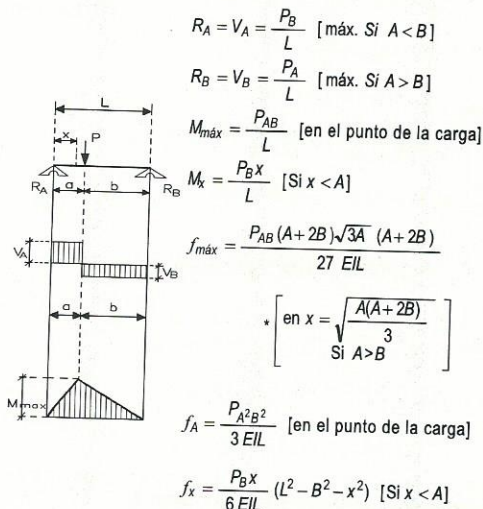
7.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON CARGA DECRECIENTE UNIFORMEMENTE HACIA EL CENTRO.



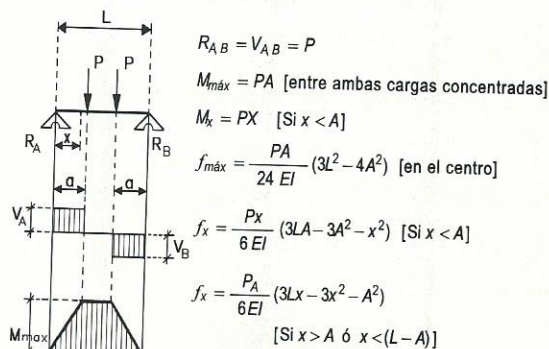
8.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON UNA CARGA CONCENTRADA AL CENTRO.



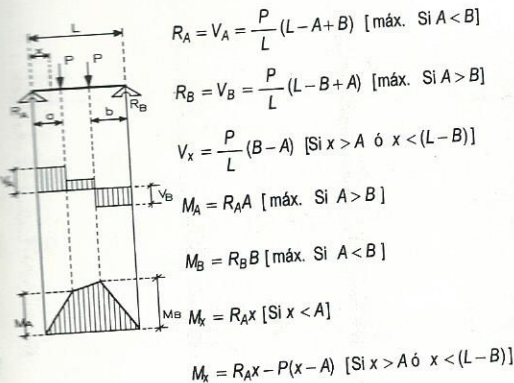
9.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON UNA CARGA CONCENTRADA EN CUALQUIER PUNTO.



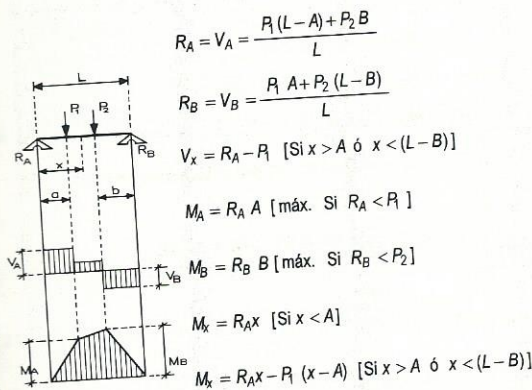
10.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON DOS CARGAS CONCENTRADAS E IGUALES, SIMETRICAMENTE COLOCADA.



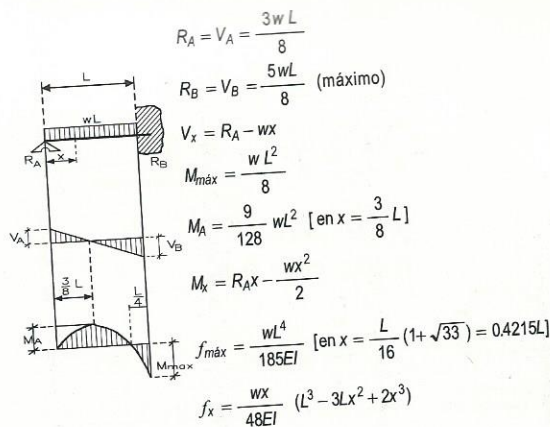
11.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON DOS CARGAS CONCENTRADAS E IGUALES, COLOCADAS EN CUALQUIER PUNTO.



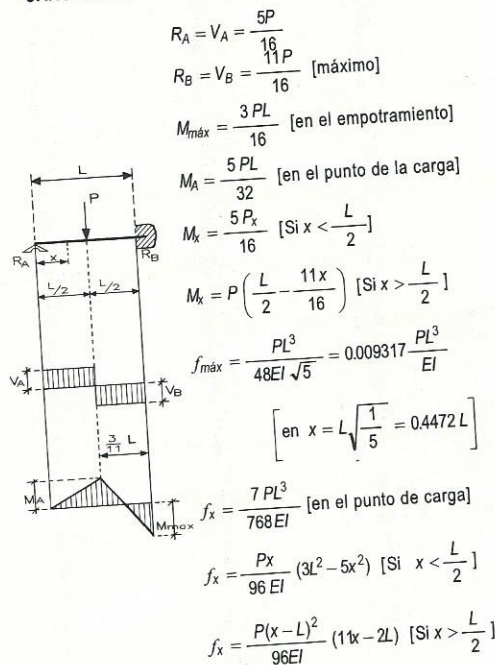
12.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON DOS CARGAS CONCENTRADAS DIFERENTES, COLOCADAS EN CUALQUIER PUNTO.



13.- VIGA EN UN EXTREMO APOYADA Y EN EL OTRO EMPOTRADA, CON UNA CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA.



14.- VIGA EN UN EXTREMO APOYADA Y EMPOTRADA EN EL OTRO, CON UNA CARGA CONCENTRADA EN EL CENTRO.



15.- VIGA EN UN EXTREMO APOYADA Y EMPOTRADA EN EL OTRO, CON UNA CARGA CONCENTRADA, APLICADA EN CUALQUIER PUNTO.

$$R_A = V_A = \frac{PB^2}{2L^3} (A+2L)$$

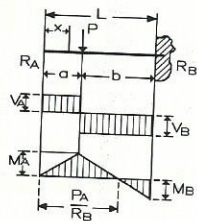
$$R_B = V_B = \frac{PA}{2L^3} (3L^2 - A^2)$$

$$M_A = R_A A \quad [\text{en el punto de carga}]$$

$$M_B = \frac{PAB}{2L^2} (A+L) \quad [\text{en el empotramiento}]$$

$$M_x = R_A x \quad [\text{Si } x < A]$$

$$M_x = R_A x - P(x-A) \quad [\text{Si } x > A]$$



$$f_{\max} = \frac{PA}{3EI} \frac{(L^2 - A^2)^3}{(3L^2 - A^2)^2}$$

$$\left[\text{Si } A < 0.414 L; \text{ en } x = L \frac{L^2 - A^2}{3L^2 - A^2} \right]$$

$$f_{\max} = \frac{PAB^2}{6EI} \sqrt{\frac{A}{2L+A}}$$

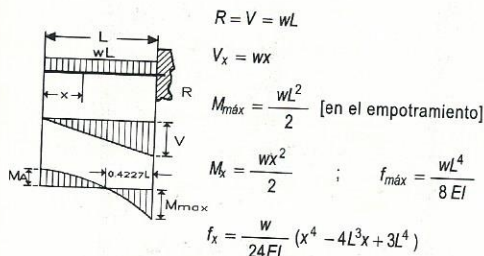
$$\left[\text{Si } A > 0.414 L; \text{ en } x = L \sqrt{\frac{A}{2L+A}} \right]$$

$$f_A = \frac{PA^2 B^3}{12 EIL^3} (3L+A) \quad [\text{en el punto de carga}]$$

$$f_x = \frac{PB^2 x}{12 EIL^3} (3AL^2 - 2Lx^2 - Ax^2) \quad [\text{Si } x < A]$$

$$f_x = \frac{PA(L-x)^2}{12 EIL^3} (3L^2 x - A^2 x - 2A^2 L) \quad [\text{Si } x > A]$$

16.- VIGA EMPOTRADA EN UN EXTREMO Y LIBRE EN EL OTRO CON CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA.



$$R = V = wL$$

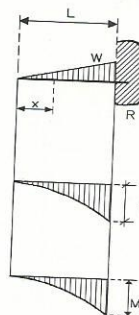
$$V_x = wx$$

$$M_{\max} = \frac{wL^2}{2} \quad [\text{en el empotramiento}]$$

$$M_x = \frac{wx^2}{2} \quad ; \quad f_{\max} = \frac{wL^4}{8EI}$$

$$f_x = \frac{w}{24EI} (x^4 - 4L^3 x + 3L^4)$$

17.- VIGA EMPOTRADA EN UN EXTREMO Y LIBRE EN EL OTRO, CON CARGA UNIFORME, INCREMENTÁNDOSE HASTA EL EMPOTRAMIENTO.



$$R = V = W$$

$$V_x = W \frac{x^2}{L^2}$$

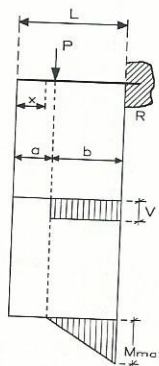
$$M_{\max} = \frac{WL}{3} \quad [\text{en el empotramiento}]$$

$$M_x = \frac{Wx^3}{3L^2}$$

$$f_{\max} = \frac{WL^3}{15EI} \quad [\text{en el extremo libre}]$$

$$f_x = \frac{W}{60 EIL^2} (x^5 - 5L^4 x + 4L^5)$$

18.- VIGA EMPOTRADA EN UN EXTREMO Y LIBRE EN EL OTRO, CON UNA CARGA CONCENTRADA EN CUALQUIER PUNTO.



$$R = V = P \quad [\text{Si } x < A]$$

$$M_{\max} = P_B \quad [\text{en el empotramiento}]$$

$$M_x = P(x-A) \quad [\text{Si } x > A]$$

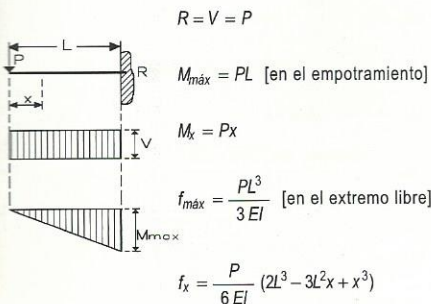
$$f_{\max} = \frac{PB^2}{6EI} (3L-B) \quad [\text{en el extremo libre}]$$

$$f_A = \frac{PB^3}{3EI} \quad [\text{en el punto de la carga}]$$

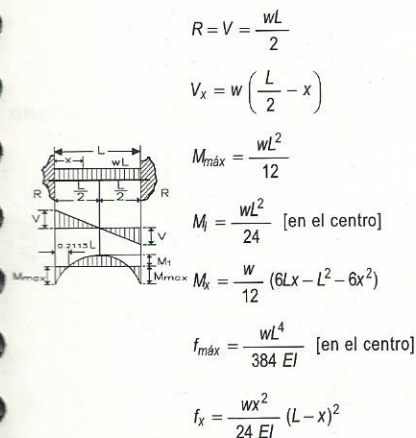
$$f_x = \frac{PB^2}{6EI} (3L-3x-B) \quad [\text{Si } x < A]$$

$$f_x = \frac{P(L-x)^2}{6EI} (3B-L+x) \quad [\text{Si } x > A]$$

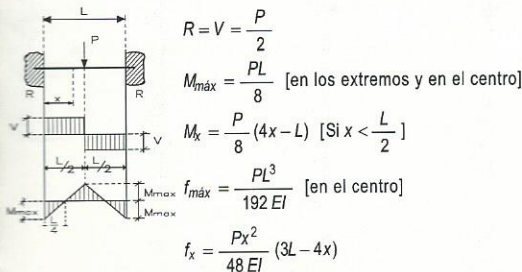
19.- VIGA EMPOTRADA EN UN EXTREMO Y LIBRE EN EL OTRO, CON UNA CARGA CONCENTRADA EN ESTE EXTREMO.



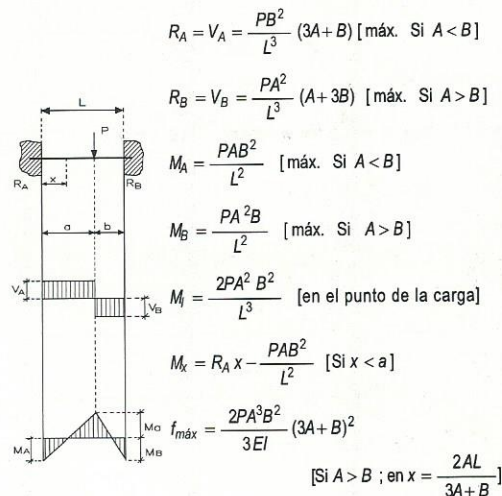
20.- VIGA EMPOTRADA EN LOS DOS EXTREMOS, CON UNA CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA.



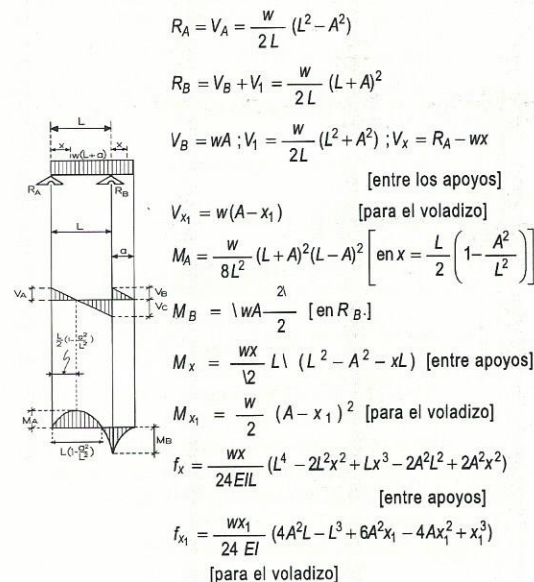
21.- VIGA EMPOTRADA EN LOS EXTREMOS, CON UNA CARGA CONCENTRADA EN EL CENTRO.



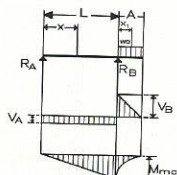
22.- VIGA EMPOTRADA EN LOS EXTREMOS, CON UNA CARGA CONCENTRADA EN CUALQUIER PUNTO.



23.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON UN VOLADIZO Y CON CARGA TOTAL UNIFORMEMENTE REPARTIDA.



24.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON UN VOLADIZO Y CON CARGA ENTRE LOS APOYOS UNIFORMEMENTE REPARTIDA.



$$R_A = V = \frac{wL}{2}$$

$$V_x = w \left(\frac{L}{2} - x \right)$$

$$M_{\max} = \frac{wL^2}{8} \quad [\text{en el centro}]$$

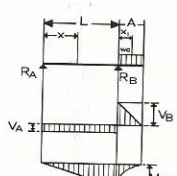
$$M_x = \frac{wx}{2} (L - x)$$

$$f_{\max} = \frac{5wL^4}{384EI} \quad [\text{en el centro}]$$

$$f_x = \frac{wx}{24EI} (L^3 - 2Lx^2 + x^3)$$

$$f_{x_1} = \frac{wL^3x_1}{24EI}$$

25.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON UN VOLADIZO CARGADO UNIFORMEMENTE.



$$R_A = V_A = \frac{wA^2}{2L}$$

$$R_B = V_A + V_B = \frac{wA}{2L} (2L + A)$$

$$V_B = wA ; V_{x_1} = w(A - x_1) \quad [\text{para el voladizo}]$$

$$M_{\max} = \frac{wA^2}{2} \quad [\text{en } R_B]$$

$$M_x = \frac{wA^2x}{2L} \quad [\text{entre los apoyos}]$$

$$M_{x_1} = \frac{w}{2} (A - x_1)^2 \quad [\text{para el voladizo}]$$

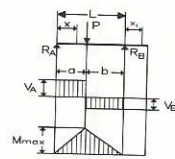
$$f_{\max} = \frac{wA^2L^2}{18\sqrt{3}EI} = 0.03208 \frac{wA^2L^2}{EI} \quad \left[\text{entre apoyos } x = \frac{L}{\sqrt{3}} \right]$$

$$f_{\max} = \frac{wA^3}{24EI} (4L + 3A) \quad \left[\text{para el voladizo en } x_1 = A \right]$$

$$f_x = \frac{wA^2x}{12EI} (L^2 - x^2) \quad [\text{entre apoyos}]$$

$$f_{x_1} = \frac{wx_1}{24EI} (4A^2L + 6A^2x_1 - 4Ax_1^2 + x_1^3)$$

26.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON UN VOLADIZO Y CON UNA CARGA CONCENTRADA ENTRE LOS APOYOS.



$$R_A = V_A = \frac{PB}{L} \quad [\text{máx. Si } A < B]$$

$$R_B = V_B = \frac{PA}{L} \quad [\text{máx. Si } A > B]$$

$$M_{\max} = \frac{PAB}{L} \quad [\text{en el punto de la carga}]$$

$$M_x = \frac{PBx}{L} \quad [\text{Si } x < a]$$

$$f_{\max} = \frac{PAB(A+2B)\sqrt{3A(A+2B)}}{27EIL}$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{en } x = \frac{\sqrt{A(A+2B)}}{3} \\ \text{Si } A > B \end{array} \right]$$

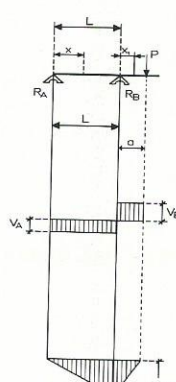
$$f_x = \frac{PBx}{6EIL} (L^2 - B^2 - x^2)$$

$$f_a = \frac{PA^2B^2}{3EIL} \quad [\text{en el punto de la carga}]$$

$$f_x = \frac{PA(L-x)}{6EIL} (2Lx - x^2 - A^2) \quad [\text{Si } x > a]$$

$$f_{x_1} = \frac{PABx_1}{6EIL} (L + A)$$

27.- VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON UN VOLADIZO Y EN EL EXTREMO DE ESTE UNA CARGA CONCENTRADA.



$$R_A = V_A = \frac{PA}{L} ; R_B = V_A + V_B = \frac{P}{L} (L + A) ; V_B = P$$

$$M_{\max} = PA \quad (\text{en } R_B) ; M_x = \frac{PAx}{L} \quad [\text{entre los apoyos}]$$

$$M_{x_1} = P(A - x_1) \quad [\text{para el voladizo}]$$

$$f_{\max} = \frac{PAL^2}{9\sqrt{3}EI} = 0.06415 \frac{PAL^2}{EI} \quad \left[\begin{array}{l} \text{entre los apoyos} \\ x = \frac{L}{\sqrt{3}} \end{array} \right]$$

$$f_{\max} = \frac{PA^2}{3EI} (L + A) \quad [\text{para el voladizo en } x_1 = A]$$

$$f_{\max} = \frac{PAx}{6EIL} (L^2 - x^2) \quad [\text{entre apoyos}]$$

$$f_{x_1} = \frac{Px_1}{6EI} (2AL + 3Ax_1 - x_1^2) \quad [\text{para el voladizo}]$$

28.- VIGA CONTINUA DE DOS CLAROS IGUALES CON CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA EN UN CLARO.

$$R_A = V_A = \frac{7}{16} wL$$

$$R_B = V_B + V_C = \frac{5}{8} wL$$

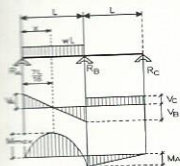
$$R_C = V_C = -\frac{1}{16} wL$$

$$V_B = \frac{9}{16} wL$$

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{49}{512} wL^2 \text{ [en } x = \frac{7}{16} L]$$

$$M_A = \frac{1}{16} wL^2 \text{ [en el apoyo } R_B]$$

$$M_x = \frac{wx}{16} (7L - 8x) \text{ [Si } x < L]$$



29.- VIGA CONTINUA DE DOS CLAROS IGUALES CON UNA CARGA CONCENTRADA EN EL CENTRO DE UN CLARO.

$$R_A = V_A = \frac{13}{32} P$$

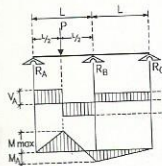
$$R_B = V_B + V_C = \frac{11}{16} P$$

$$R_C = V_C = -\frac{3}{32} P$$

$$V_B = \frac{19}{32} P$$

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{13}{64} PL \text{ [en el punto de la carga]}$$

$$M_A = \frac{3}{32} PL \text{ [en el apoyo } R_B]$$



30.- VIGA CONTINUA DE DOS CLAROS IGUALES, CON UNA CARGA CONCENTRADA EN CUALQUIER PUNTO.

$$R_A = V_A = \frac{PB}{4L^3} [4L^2 - A(L+A)]$$

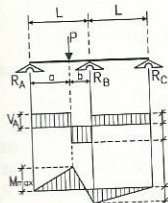
$$R_B = V_B + V_C = \frac{PA}{2L^3} [2L^2 + B(L+A)]$$

$$R_C = V_C = -\frac{PAB}{4L^3} (L+A)$$

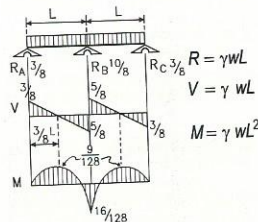
$$V_B = \frac{PA}{4L^3} [4L^2 + B(L+A)]$$

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{PAB}{4L^3} [4L^2 - A(L+A)] \text{ [en el punto de la carga]}$$

$$M_A = \frac{PAB}{4L^2} (L+A) \text{ [en el apoyo } R_B]$$

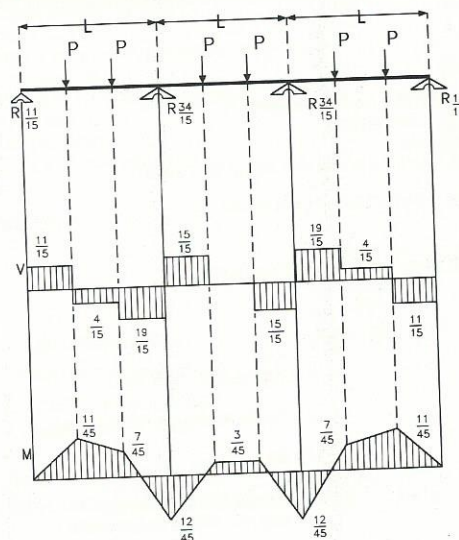


31.- VIGA CONTINUA DE DOS CLAROS IGUALES, Y CON UNA CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA SOBRE TODA LA VIGA, MOMENTO DE INERCIA CONSTANTE.



$\therefore \gamma$ coeficientes señalados en el diagrama.

32.- VIGA CONTINUA DE TRES CLAROS IGUALES, CON DOS CARGAS CONCENTRADAS, IGUALES Y SIMÉTRICAS, EN EL CENTRO DE ELLOS, MOMENTO DE INERCIA CONSTANTE.



$$R = \gamma P$$

$$V = \gamma P$$

$$M = \gamma PL$$

$\therefore \gamma =$ coeficientes señalados en el diagrama

SÍMBOLOS USADOS

L = Distancia entre los apoyos en cm.

w = Carga uniformemente repartida en Kg/m.

wL = Carga total uniformemente repartida.

W = Carga total en Kg.

P = Cargas concentradas en Kg.

R, RA, RB = Reacciones en los apoyos en Kg.

V, VA, VB = Esfuerzos cortantes en Kg/cm²

$M_{m\acute{a}x.}$ = Momento flexionantes máximo en Kg-cm.

$MA, M1, Mx$ = Momento flexionante a la distancia, en Kg-cm.

$F_{m\acute{a}x}$ = Flecha máxima de la viga en cm.

fA, fx = Flecha de la viga a la distancia, en cm.

E = Módulo de elasticidad = 2039000 Kg/cm².

I = Momento de Inercia en cm⁴.

VIGAS

TODA VIGA O TRABE ESTA SUJETA, EN MAYOR O MENOR INTENSIDAD A ESFUERZOS FLEXIONANTES Y CORTANTES.

VIGAS DE MADERA:

MOMENTOS RESISTENTES.- Se supone que el plano neutral de la viga pasa por la mitad de su sección.

Las zonas de tensión o compresión, serán iguales a la mitad de su altura por la base.

El resultado anterior, se multiplica por la mitad de su coeficiente de trabajo, porque se supone que en la viga van a trabajar por mitad esfuerzos de tensión y compresión.

El brazo del par es igual a 2/3, mismo que se multiplica por el resultado anterior, obteniéndose así el momento resistente.

Básicamente las vigas se pueden resolver por la fórmula de la escuadría, que es:

$$\frac{M}{K} = \frac{I}{V}$$

M = Momento flexionante o momento resistente.

K = Coeficiente en la fibra extrema.

I = Momento de inercia.

V = Distancia del centroide a la fibra más alejada de la sección.

A la relación $\frac{I}{V}$ se le llama "Módulo de la sección".

VIGAS RECTANGULARES DE CONCRETO ARMADO

En la cual:

b = Base o ancho de la viga.

d = Peralte efectivo (sin recubrimiento).

jd = Brazo del par.

Kd = Distancia del plano neutro a la fibra más alejada de compresión.

Para los principales valores $f'c$, $f's$; K y j toman los siguientes valores:

$f'c$	$f's$	K	j
30	1200	0.27	0.91
40	1200	0.33	0.89
50	1200	0.38	0.87
56	1200	0.41	0.86
60	1200	0.41	0.86
70	1200	0.41	0.86
80	1200	0.41	0.86
84	1200	0.41	0.86

Después de 56 Kg. para $f'c$, la posición del plano neutro no varía ya que en los concretos más resistentes, el módulo de elasticidad llega a ser solamente 10 veces menor que la del fierro.

MOMENTO FLEXIONANTES

$$M = \frac{bd^2 K_j f'c}{2}$$

Para concretos: $f'c = 56 \text{ Kg/cm}^2$ y fierro 1200 Kg/cm^2

$$M = 10 bd^2$$

Cálculo del fierro:

$$A_s = \frac{M}{djf's} \quad \therefore A_s = \text{Area del fierro.}$$

Cálculo del Peralte:

$$d = \sqrt{M10b}$$

Esfuerzo cortante unitario:

$$v = \frac{V}{bjd} \quad \therefore$$

v = Esfuerzo cortante unitario en Kg/cm^2

V = Esfuerzo cortante vertical.

b = Base.

j = Coeficiente.

d = Peralte efectivo.

Cálculo de adherencia:

$$\mu = \frac{V}{jd} \quad \therefore \mu = \text{Esfuerzo unitario de adherencia en } \text{Kg/cm}^2.$$

Los coeficientes de trabajo, para adherencia, en el fierro, son:

$$\begin{aligned} \text{Corrugado} &= 0.05 f'c \\ \text{Liso} &= 0.04 f'c \end{aligned}$$

La resistencia adherente es igual a la suma de los perímetros de las varillas por su coeficiente resultado que se representa por S_o .

$$\therefore S_o \mu = \frac{V}{jd}$$

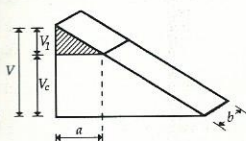
Asimismo:

$$V = S_o \mu jd$$

CALCULO DE ESTRIBOS:

Se calculan para absorber los esfuerzos cortantes horizontales, que no pue-
den absorber el concreto éstos son:

$$\begin{aligned} \text{para varillas ancladas} &= 0.03 f'c \\ \text{para varillas sin anclaje} &= 0.02 f'c \end{aligned}$$



$$E = \frac{1}{2} abv_1$$

∴ E = Resistencia total de estribos.

$$N_s = \frac{E}{E_v}$$

∴ N_s = Número de estribos.

E_v = Resistencia por estribo en Kg.

"a" se puede obtener:

La mitad del esfuerzo cortante unitario, en Kg/cm² entre el esfuerzo cortante unitario de la sección y este resultado se multiplica por la mitad del claro de la viga, obteniéndose así una distancia "a".

DISTRIBUCION DE ESTRIBOS, CUANDO EL DIAGRAMA DE ESFUERZOS CORTANTES ES TRIANGULAR

Después de obtener los resultados, del número de estribos y la distancia "a", se puede usar la siguiente tabla:

No. de estribos	DISTRIBUCION DE CENTRO A CENTRO DE LOS ESTRIBOS									
	D ₁		D ₂		D ₃		D ₄		D ₅	
20	1	0.013	8	0.03	7	0.04	2	0.06	1	0.08
19	1	0.013	7	0.03	6	0.04	3	0.06	1	0.08
18	1	0.014	6	0.03	5	0.04	4	0.06	1	0.08
17	1	0.015	5	0.03	5	0.04	4	0.06	1	0.09
16	1	0.016	3	0.03	5	0.04	5	0.06	1	0.09
15	1	0.017	2	0.03	5	0.04	4	0.06	2	0.08
14	1	0.018	5	0.04	4	0.05	2	0.08	1	0.09
13	1	0.019	4	0.04	3	0.05	3	0.08	1	0.09
12	1	0.021	6	0.05	3	0.07	1	0.12	1	0.15
11	1	0.023	5	0.05	3	0.08	1	0.12	1	0.15
10	1	0.025	3	0.05	4	0.08	1	0.12	1	0.16
9	1	0.028	3	0.06	3	0.09	1	0.12	1	0.17
8	1	0.032	2	0.07	3	0.09	1	0.13	1	0.18
7	1	0.036	3	0.08	2	0.13	1	0.20		
6	1	0.040	3	0.10	1	0.15	1	0.22		
5	1	0.050	2	0.12	1	0.16	1	0.23		
4	1	0.070	2	0.16	1	0.26				
3	1	0.090	1	0.21	1	0.30				
2	1	0.130	1	0.37						
1	1	0.290								

FORMA DE USARSE:

Sobre la primer columna se localiza el número que representa la totalidad de estribos que se van a usar en la mitad de la viga. Las siguientes columnas enumeradas con D₁, D₂, etc., están divididas en dos, la primera representa el número de estribos y la siguiente, un coeficiente que multiplicado por la distancia "a" nos proporciona las distancias a las que hay que ir colocando los centros de los estribos sumando la primera a la segunda para el segundo estribo, y a este resultado de la tercera para obtener el tercer estribo y así sucesivamente hasta terminar con el número de estribos.

Material	Coeficiente de seguridad	Compresión	Esfuerzo Cortante
Piedra braza con mortero de cal y arena (Prop. no menor de 1:6)	1/10	10.0	1.0
Piedra braza con mortero de cemento y arena (Prop. no menor de 1:6)	1/10	20.0	3.75
Tepetate	1/10	11.5	-
Ladrillo rojo macizo prensado	1/10	12.0	-
Ladrillo rojo macizo hecho a mano	1/10	6.0	-
Ladrillo rojo hueco prensado	1/10	4.0	-
Ladrillo rojo hueco hecho a mano	1/10	4.0	-
Ladrillo ligero de cemento, macizo	1/10	3.0	-
Ladrillo ligero de cemento, hueco	1/10	2.5	-
Ladrillo hueco de concreto	1/10	5.0	-
Ladrillo delgado rojo prensado o loseta	1/10	12.0	-
Ladrillo delgado rojo común	1/10	6.0	-
Adobe	1/10	1.0	-
Mortero de cemento y arena (Prop. no menor de 1:6)	1/10	20.0	-
Mortero de cal y arena (Prop. no menor de 1:6)	1/10	10.0	-
Concreto simple	1/10	20.00	3.75
Tabique de vidrio para muros	1/8	10.00	-

MADERAS:

Coeficiente de Seguridad 1/6			
Pino (ocote) y cedro rojo		Oyamel	
Tensión paralela a la fibra	70 Kg/cm ²	60	Kg/cm ²
Tensión perpendicular a las fibras	3 Kg/cm ²	2.5	Kg/cm ²
Compresión paralela a las fibras (Piezas cortas $\frac{l}{b} \leq 10$)	60 Kg/cm ²	50	Kg/cm ²
Compresión perpendicular a las fibras	11 Kg/cm ²	8	Kg/cm ²
Esfuerzo cortante paralelo a las fibras	12 Kg/cm ²	9	Kg/cm ²

HIERRO VACIADO (fundido)

Coeficiente de seguridad 1/8

Compresión simple para $l/r \leq 15,700$ Kg/cm²

Coeficiente de seguridad 1/6

Tensión y flexión en la zona de extensión y corte 210 Kg/cm²

Compresión en columnas para $l/r \leq 15$ con un máximo de 80

$$F_{col} \leq \frac{600}{1 + \frac{1}{10000} \left(\frac{l}{r} \right)^2}$$

ACERO ESTRUCTURAL

Coefficiente de Seguridad 1/3.5

TENSION EN ACERO LAMINADO	1265 Kg/cm ²
TENSION EN REMACHES	950 Kg/cm ²

CONCRETO:

Módulo de elasticidad $E_c = 1000 f'_c$

Relación entre los módulos de elasticidad del acero y del concreto $n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2100}{f'_c}$; $E_s = 2100000$

El reglamento de construcciones y servicios urbanos en el D.F. Dice:

El concreto usual deberá tener una cantidad no menor de una (1) parte de cemento Portland por siete (7) partes de agregados, medidos cada una por separado y no mezclado con más de treinta y un (31) litros de agua por saco de cincuenta (50) kilogramos de cemento.

La fatiga máxima de ruptura f'_c a los veintiocho (28) días, que puede suponerse en los cálculos a este concreto, es de ciento veinticinco (125) kilogramos por centímetro cuadrado.

Se puede admitir una fatiga mayor, con aprobación de la Dirección General de Obras Públicas previas pruebas que se hagan con intervención del Laboratorio de la misma dirección.

Elasticidad

$$E_c = 1000 f'_c$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2100}{f'_c}$$

Tensión:

No debe proyectarse el concreto para soportar esfuerzos a la tensión.

COMPRESION AXIAL:

Para la compresión axial se tomarán los siguientes valores:

a).- Pedestales (piezas cortas) $f'_c = 0.3 f'_c$

b).- Columnas zunchadas.- Su capacidad de carga P , se calculará con la siguiente fórmula:

$$P = 0.3 f'_c A_c + A_s f_s$$

La relación p' del volumen de refuerzo espiral al del volumen de concreto del núcleo, deberá ser, como mínimo la expresada en la fórmula siguiente:

$$p' = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f'_s}$$

$\therefore A_g$ = Área total de la sección transversal.

A_c = Área de la sección transversal del núcleo de concreto limitado por el acero de refuerzo.

A_s = Área total de las secciones transversales del acero de refuerzo.

f'_c = Coeficiente de ruptura del concreto.

f_s = 40% del límite elástico del acero.

f'_s = Límite elástico del acero.

En estas columnas se considerará un recubrimiento mínimo de (2) dos centímetros.

c).- Columnas con amarres o estribos laterales aislados.

Su capacidad de carga será el 80% de las columnas zunchadas, de donde:

$$P = 0.24 f'_c A_g + 0.8 A_s f_s$$

d).- Columnas compuestas.- Columnas estructurales de acero combinados con refuerzo de concreto.

Su capacidad de carga se calculará con la fórmula para columnas zunchadas, a la que se agregará el valor de la resistencia de la columna estructural:

$$f_r A_s = \left(\frac{1265}{1 + \frac{l^2}{18000 r^2}} \right) A_r$$

A_c = Área neta de la sección transversal del concreto $A_g - (A_s + A_r)$ más hueco comprendido entre los elementos de la columna estructural.

A_s = Área de la sección transversal de las varillas longitudinales.

A_r = Área de la sección transversal de la columna de acero, ahogada en el concreto.

f_r = Fatiga de trabajo.

Las columnas cuya capacidad de carga se calcula de acuerdo con el párrafo anterior deberán tener el zuncho mínimo indicado conforme a p' .

Las columnas compuestas, además de los requisitos fijados para las columnas de concreto, satisfarán las siguientes condiciones:

a).- El área de la columna estructural de acero estará comprendido entre cuatro (4) y veinticinco (25) por ciento de A_g .

b).- Las cargas se transmitirán a la columna estructural por intermedio de conexiones también de acero.

c).- La fatiga máxima unitaria en la sección de acero será de mil ciento veinticinco (1,125) kilogramos por centímetro cuadrado.

d).- La distancia mínima entre el refuerzo espiral y la parte más saliente de la columna de acero, será de siete centímetros y medio (7.5).

e).- Antes de (28) días del vaciado del recubrimiento no se aceptarán cargas mayores que las que pueda soportar la columna de acero estructural como si estuviera sola.

COLUMNAS DE MADERA

Para columnas cortas se multiplica el área de su sección por el coeficiente de la compresión.

Para columnas largas:

$$P' = P \left(1 - \frac{L}{80d} \right)$$

P' = Carga como columna larga.

$$P \leq 10d$$

P = Carga como columna corta.

L = Longitud.

80 = Constante empírica.

d = Diámetro de la sección o lado menor.

COLUMNAS DE HIERRO VACIADO

Cortas = $L / r < 15$

Largas 15 $L / r < 80$

$$K = \frac{600}{1 + \frac{1}{10000} \left(\frac{L}{r} \right)^2}$$

K = Coeficiente de trabajo.

L = Longitud de la columna.

r = Radio de giro.

Luego de obtener " K " se multiplica por el área de su sección dándonos como resultado la carga que puede soportar.

COLUMNAS DE ACERO LAMINADO

$$K = \frac{1265}{1 + \frac{L^2}{18000 r^2}} \quad \frac{L}{r} \leq 120$$

Después de obtener " K " se multiplica por el área de sus secciones obteniéndose la carga que puede soportar.

MOMENTO DE INERCIA

El momento de inercia de una sección con relación a un eje, es igual a la suma de sus áreas con relación al mismo.

El momento de inercia de una sección cuyo eje no pasa por su centro de gravedad, es igual al momento de inercia propio más el área de dicha sección por el cuadrado de la distancia al eje mencionado.

RADIO DE GIRO

Radio de giro de una sección es igual a la raíz cuadrada de su momento de inercia entre su área.

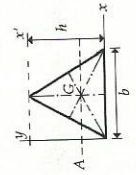
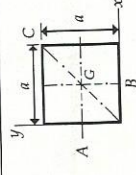
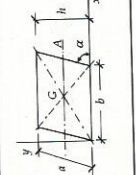
$$r = \sqrt{I / A}$$

r = Radio de giro

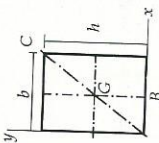
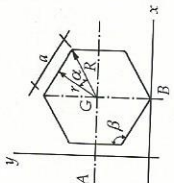
I = Momento de inercia de la sección.

A = Área de la sección.

PROPIEDADES DE AREAS PLANAS

Figura	Propiedades Generales	Centroide (G)	Momentos de Inercia (I)	Radio de Giro (r)
TRIÁNGULO 	$A = \frac{bh}{2}$	$\bar{y} = \frac{h}{3}$ G está en la intersección de las medianas	$I_A = \frac{bh^3}{36}$ $I_x = \frac{12}{bh^3}$ $I_{x'} = \frac{4}{4}$	$r_A = r_B = \frac{h}{3\sqrt{2}}$ $r_x = r_y = \frac{h}{\sqrt{6}}$ $r_{x'} = \frac{h}{\sqrt{2}}$
CUADRADO 	$P = 4a$ $A = a^2$	$\bar{x} = \frac{a}{2}$ $\bar{y} = \frac{a}{2}$	$I_A = I_B = \frac{a^4}{12}$ $I_x = I_y = \frac{a^4}{12}$ $I_C = \frac{a^4}{12}$	$r_A = r_B = \frac{a}{2\sqrt{3}}$ $r_x = r_y = \frac{a}{\sqrt{3}}$ $r_C = \frac{a}{2\sqrt{3}}$
PARALELOGRAMO 	$P = 2(a + b)$ $A = bh = ab \sin \alpha$	$\bar{x} = \frac{b}{2} + \frac{a}{2} \cos \alpha$ $\bar{y} = \frac{h}{2}$ G se localiza como en la fig.	$I_A = \frac{bh^3}{12}$ $I_x = \frac{bh^3}{12}$	$r_A = \frac{h}{2\sqrt{3}}$ $r_x = \frac{h}{\sqrt{3}}$

PROPIEDADES DE AREAS PLANAS

Figura	Propiedades Generales	Centroide (G)	Momentos de Inercia (I)	Radio de Giro (r)
 RECTÁNGULO	$P = 2(b+h)$ $A = bh$	$\bar{x} = \frac{b}{2}$ $\bar{y} = \frac{h}{2}$	$I_A = \frac{bh^3}{12}$ $I_B = \frac{b^3h}{12}$ $I_x = \frac{bh^3}{12}$ $I_y = \frac{b^3h}{12}$ $I_C = \frac{b^3h^3}{6(b^2+h^2)}$	$r_A = \frac{h}{2\sqrt{3}}$ $r_B = \frac{b}{2\sqrt{3}}$ $r_x = \frac{h}{2\sqrt{3}}$ $r_y = \frac{b}{2\sqrt{3}}$ $r_C = \frac{\sqrt{b^2+h^2}}{2}$
 POLÍGONO	$a = 2R \sin \frac{\alpha}{2}$ $\alpha = \frac{360^\circ}{n}$ $P = na$ $A = \frac{na^2}{4}$ $\beta = \frac{(n-2)}{n} \cdot 180^\circ$		$I_A = I_B = \frac{am(6R^2 - a^2)}{48}$ $= \frac{am(12r^2 + a^2)}{96}$	$r_A = \sqrt{\frac{6R^2 - a^2}{24}}$ $= \sqrt{\frac{12r^2 + a^2}{48}}$ $r_A = r_B$

PROPIEDADES DE AREAS PLANAS

Figura	Propiedades Generales	Centroide (G)	Momentos de Inercia (I)	Radio de Giro (r)
 TRAPECIO	$A = \frac{h(b_1+b_2)}{2}$	$\bar{y} = \frac{h}{3} \frac{b_1 + 2b_2 + b_3}{b_1 + b_2}$ G se localiza como en la fig.	$I_A = \frac{h^3(b_1^2 + 4b_1b_2 + b_2^2)}{36(b_1+b_2)}$ $I_x = \frac{h^3(3b_1 + b_2)}{12}$	$r_A = \frac{h\sqrt{b_1^2 + 4b_1b_2 + b_2^2}}{3\sqrt{2(b_1+b_2)}}$ $r_x = h\sqrt{\frac{b_1 + 3b_2}{6(b_1+b_2)}}$
 CÍRCULO	Circunferencia = $\pi r = \pi d$ $A = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$	$\bar{x} = r$ $\bar{y} = r$	$I_A = I_B = \frac{\pi r^4}{4} = \frac{\pi d^4}{64}$ $I_x = I_y = \frac{5\pi r^4}{4} = \frac{5\pi d^4}{64}$	$r_A = r_B = \frac{r}{2}$ $r_x = r_y = \frac{r\sqrt{5}}{2}$
 SEMICÍRCULO	$A = \frac{\pi r^2}{2}$	$\bar{x} = r$ $\bar{y} = \frac{4r}{3\pi}$	$I_A = \frac{r^4(9\pi^2 - 64)}{72\pi}$ $I_x = I_B = \frac{\pi r^4}{8}$ $I_y = \frac{5\pi r^4}{8}$	$r_A = \frac{r\sqrt{9\pi^2 - 64}}{6\pi}$ $r_y = r\sqrt{\frac{5}{2}}$
 ANILLO CIRCULAR	$A = \pi(r_1^2 - r_2^2)$	$\bar{x} = r_1$ $\bar{y} = r_1$	$I_A = I_B = \pi \frac{(r_1^4 - r_2^4)}{4}$ $I_x = I_y = I_A + A r_1^2$	$r_A = \sqrt{\frac{(r_1^2 + r_2^2)}{2}}$ $r_x = r_y = \sqrt{\frac{(5r_1^2 + r_2^2)}{2}}$

CONCRETO

DEFINICION.- Con este nombre se le conoce al producto artificial compuesto por arena y grava, unidos íntimamente por una mezcla de agua-cemento.

COMPONENTES.- A los materiales, grava y arena, se les denomina como agregados y constituyen la parte del producto. A la mezcla agua-cemento se le denomina aglutinante que constituye la parte activa del concreto.

RESISTENCIA.- El concreto es un material artificial de alta resistencia a los esfuerzos de compresión, de baja resistencia a los esfuerzos cortantes y de nula resistencia a los esfuerzos de tensión, para estos últimos esfuerzos, se ahogan piezas de acero, formándose así el concreto armado.

ESFUERZOS DE TRABAJO.- A continuación se muestran los siguientes valores para diferentes funciones de trabajo según el Joint Code.

FATIGAS DE TRABAJO RECOMENDADAS POR EL JOINT CODE PARA EL CONCRETO EN FUNCION DE SU FATIGA DE RUPTURA (f'_c)

Para una resistencia cualquiera de concreto:

$$n = \frac{2110}{f'_c}$$

Flexión:

Esfuerzo en la fibra extrema a la compresión. 0.40 f'_c
Esfuerzos a la compresión en la fibra extrema, adyacente a los apoyos de vigas continuas o fijas o entramados rígidos 0.45 f'_c

Adherencia:

En vigas, losas y cimientos armados en una sola dirección:

Barras lisas 0.04 f'_c
Barras corrugadas 0.05 f'_c

Cimientos en dos direcciones:

Barras lisas 0.03 f'_c
Barras corrugadas 0.0375 f'_c

(si se pone anclaje especial puede emplearse para la adherencia el doble de estos valores)

Apoyos:

Si una pieza de concreto tiene una área doble por lo menos de la superficie apoyado 0.25 f'_c

TEORIA DE LA RELACION AGUA-CEMENTO.- La lechada como todas las pegaduras, es más resistente cuando menos diluida se encuentre, es decir cuanto menor sea la cantidad de agua usada por saco de cemento, mayor es la resistencia del concreto.

Existen varias teorías y métodos de proporcionamiento, pero los mejores resultados fueron obtenidos por el Dr. Abrahms, sólo que en dichos resultados no se tuvo en cuenta el costo de los materiales.

DIFERENTES FORMULAS PARA f'_c :

f'_c = Fatiga a la ruptura del concreto por compresión a los 28 días a una temperatura de 21°C.

Abrahms:

$$f'_c = \frac{980}{B^{A/33}} \quad \therefore 980 = \text{Constante}$$

A/33 = Relación
Agua-Cemento en peso.

B = Constante que depende de la calidad y tipo del cemento.

A = Litros de Agua
33 = Litros de Cemento
por saco de 50 Kg.

Cemento normal B-17
Cemento modificado B-9
Cemento rápido alta resistencia B-7

Bolomey:

$$R_{cub.} = \frac{R_m}{2.7} \left(\frac{1}{r} - 0.5 \right)$$

$$R_{cil.} = \frac{R_m}{3.6} \left(\frac{1}{r} - 0.5 \right)$$

$R_{cub.}$ = Resistencia del concreto a los 28 días para un cemento normal.

$R_{cil.}$ = Resistencia del concreto a los 28 días para un super cemento.

R_m = Para cemento normal = 400

R_m = Para cementos de alta resistencia = 500

R_m = Para cementos de aluminio = 540

r = Relación agua-cemento en peso.

Féret:

$$R = \left[\frac{v_c}{1 - (v_a + v_g)} \right]^2 K$$

R = Resistencia del concreto a los 28 días.

v_c = Volumen de cemento que entra en la unidad de volumen del concreto.

v_a = Volumen de la arena que entra en la unidad de volumen del concreto.

v_g = Volumen de la grava que entra en la unidad de volumen del concreto.

K = Coeficiente del aglomerante 1500 - 2000

Graf:

$$R = \frac{R_m}{400} \left(\frac{1640}{72r} + 30 \right)$$

R = Resistencia del concreto a los 28 días.

R_m = Coeficiente de 400 para cemento normal.

R_m = Coeficiente de 520 para supercemento.

R_m = Coeficiente de 600 para aluminosas.

r = Cantidad de agua en peso/cantidad de cemento en peso.

CARACTERISTICAS.- El concreto recién preparado debe reunir 3 cualidades:

Consistencia, Fluidez y Manejabilidad

CONSISTENCIA.- Es la propiedad que posee el concreto para permanecer reunido en forma homogénea esta propiedad se puede medir por medio de una prueba empírica, denominada "Revenimiento".

REVENIMIENTO.- Para esta prueba se usa un molde de lámina galvanizada, en forma de cono truncado, con ambas bases abiertas y un par de asas con las siguientes dimensiones.

Base mayor 20 cm. diámetro

Base menor 10 cm. diámetro

Altura 30 cm.

Después de colocar el molde en una superficie horizontal, se llena con la revoltura, cuya consistencia se desea investigar. El vaciado se efectúa en tres etapas, cada capa deberá contener aproximadamente un tercio del volumen total, cada capa deberá apisonarse con una varilla de 5/8" Ø, por lo menos veinticinco veces. Terminada esta operación se enrasa al borde del molde, se extrae cuidadosamente éste; por medio de las asas.

Con una escala y en forma vertical medimos la altura existente, después de haberse asentado, el promedio de tres pruebas nos da el "Revenimiento".

Revenimiento que se recomiendan:

Tipo de colado	Fluidez	Revenimiento en centímetros		
		Mínimo	Máximo	Promedio
Presas, pilas de puentes cimientos, rellenos pavimentos.	Seca	0	8	4
Losas, trabes y muros de sección grande.	Plástica	8	12	10
Columnas muros y formas de sección reducida, con gran cantidad de refuerzos y de difícil acceso.	Fluida	10	20	15

FLUIDEZ.- A la mayor o menor facilidad, que una revoltura de concreto, presenta al deslizamiento, sobre una superficie horizontal, originada por movimientos que la obligan a extenderse.

MANEJABILIDAD.- Es la resistencia que un concreto opone a su manejo, en los aspectos de fricción entre las partículas mismas y las superficies de deslizamiento.

AGREGADOS.- Estos son; arena grava o roca triturada. Por economía se prefiere usar arena y grava natural, ya que la roca triturada consume mayor cantidad de cemento por metro cúbico. Para producir una mezcla que sea fácilmente trabajable, es mejor usar grava redondeada porque usar grava alargada o plana, en un porcentaje, influyen perjudicialmente en su manejabilidad.

Denominación	Tamaño en mm.	
	Mínimo	Máximo
Arena	0	8
Confitillo	8	44
Grava	44	89
Matatena	89	152

LIMPIEZA DEL AGREGADO.- Se trate de disminuir al máximo posible las impurezas en los agregados, tales como: polvo, arcilla, carbón, mica, materias orgánicas, sales, recubrimientos, etc., debido a que la presencia de éstos, disminuye la resistencia del concreto.

Los porcentajes máximos permisibles por peso de sustancias perjudiciales en el agregado, no deben pasar de:

Materiales perjudiciales	Porcentajes máximos por peso permitidos en la:	
	Arena	Grava
Extraídos por decantación;		
polvo	3	1
Pizarra	1	1
Carbón	1	1
Terrón de Arcilla	1	0.5
Total de otras Substancias perjudiciales	2	1

PROPORCIONAMIENTO.- A continuación se describe brevemente un método de proporcionamiento del concreto:

- Estimación de la resistencia del concreto a los 28 días.
- Indicación de revenimiento, fluidez.
- Envío de pruebas de laboratorio.
- Determinación del consumo de concreto.

Se fija la resistencia del concreto ($f'c$ en kilogramos por centímetro cuadrado) a los 28 días con el cual se va a trabajar, por medio de la fórmula de Abrahms.

$$f'c = \frac{980}{B^A / 33}$$

Despejamos a A .:

$$A = \frac{33 (\log 980 - \log f'c)}{\log B}$$

A = Cantidad de agua en litros por cada saco de 50 kilogramos de cemento.

Esta cantidad de agua es para producir un revenimiento de 10 cm., se corrige para diferentes obras en $\pm 3\%$ de agua por cada 2.54 cm. (1 pulgada).

Tipo de fluidez plástica:

El tamaño de las piedras o gravas será en función de las dimensiones mínimas por colar y así obtener una manejabilidad conveniente.

A continuación se expone un ejemplo:

Se supone un consumo de cemento de 300 kg. para obtener un metro cúbico de concreto.

$$\frac{300 \text{ kg de cemento}}{50 \text{ kg / saco}} = 6 \text{ sacos de cemento}$$

Por lo cual tenemos que dividir el metro cúbico en 6 partes iguales ya que el cálculo se hace por saco de 50 kilogramos de cemento, o sea:

$$\frac{1,000 \text{ litros}}{6 \text{ sacos de cemento}} = 16.666 \text{ lt} = 166.6666 \text{ lt}$$

El volumen absoluto que ocupa un saco de cemento es:

$$\frac{50 \text{ kg}}{Dc} = 16.12903 \text{ lt} \quad Dc = 3.1$$

Dc = Densidad del Cemento

Cálculo del volumen de agua:

$$f'c = 140 \text{ kg / cm}^2$$

$$B = 17$$

$$A = \frac{33 (\log 980 - \log 140)}{\log 17} = 22.66508 \text{ lt}$$

volúmen de cemento	16.12903 <i>lt.</i>
volúmen de agua	<u>22.66508</u> <i>lt.</i>
volúmen de lechada	38.79412 <i>lt.</i>

volúmen analizado	166.6666	lt.
volúmen de lechada	<u>38.7941</u>	lt.
diferencia de volúmenes	127.8725	lt.

peso aparente	1.5 kg/l
densidad	2.5
humedad	4.0 %

peso aparente	1.7 kg/l
densidad	2.6
humedad	2.0 %

arena fina	34.00 %
grava de 2.5 cm (TMA)	66.00 %

arena fina	$127.8725 \times 34.00\%$	=	43.4766 <i>lt.</i>
grava de 2.5 cm (TMA)	$127.8725 \times 66.00\%$	=	84.3958 <i>lt.</i>
	suma	=	127.8725 <i>lt.</i>

arena fina	$43.4767 \times 2.50 = 108.6916 \text{ kg.}$
grava de 2.5 cm (TMA)	$84.3959 \times 2.60 = 219.4292 \text{ kg.}$

cemento	50.000	kg
arena	108.6917	kg
grava	219.4293	kg
agua	22.6651	kg

1 litro de cemento pesa 1.515 kg.

cemento	50 / 1.515	=	33.0033 <i>lt.</i>
arena	$(108.6917/50) \times 33.0033$	=	71.7437 <i>lt.</i>
grava	$(219.4293/50) \times 33.0033$	=	144.8378 <i>lt.</i>
agua			22.6651 <i>lt.</i>

cemento		300.000 kg.
arena	$71.74367 / (1000 \times 6) =$	0.430 m^3
grava	$144.8378 / (1000 \times 6) =$	0.869 m^3
agua	$22.66508 / (1000 \times 6) =$	0.136 m^3

No es nuestra intención formar un tratado de la construcción, sino un conjunto de especificaciones que en un momento dado es necesario tener a la mano.

[illegible]

PROPORCIONAMIENTO DE MORTERO PARA LA FABRICACION DE UN METRO
CUBICO DE MATERIAL APLICABLE A OBRA NO INCLUYE DESPERDICIOS

CLASIFICACION		CEMENT	CEM BL	CALHID	MORTER	YESO	CORIDON	DARAWEL	PROPAQUE	EXPAN	GRANO	COLOR	POLVO	ARENA	ARENA	AGUA
		Ton.	Ton.	Ton.	Ton.	Ton.	Kg.	Kg.	Kg.	SOR Kg.	MARMOL M³	Kg.	MARMOL Ton.	CERNIDA M³	M³	M³
MORTERO	1-3			0.2500											1.0000	0.2700
MORTERO	1-4			0.2000											1.0700	0.2600
MORTERO	1-5			0.1700											1.1300	0.2550
MORTERO	1-6			0.1450											1.1800	0.2500
MORTERO	1-7			0.1250											1.2200	0.2450
MORTERO	1-8			0.1100											1.2500	0.2400
MORTERO	1-9			0.1000											1.2700	0.2350
MORTERO	1-10			0.0900											1.2850	0.2300
MORTERO	1-4				0.3000										1.1500	0.2900
MORTERO	1-5				0.2600										1.2000	0.2850
MORTERO	1-6				0.2250										1.2400	0.2800
MORTERO	1-7				0.1950										1.2700	0.2750
MORTERO	1-8				0.1700										1.2900	0.2700
MORTERO	1-2	0.6000													1.0000	0.2750
MORTERO	1-3	0.5100													1.1000	0.2720
MORTERO	1-4	0.4300													1.1200	0.2660
MORTERO	1-5	0.3600													1.1500	0.2610
MORTERO	1-6	0.3000													1.1900	0.2570
MORTERO	1-7	0.2500													1.2400	0.2520
MORTERO	1-8	0.2100													1.3000	0.2460
MORTERO	1-2	0.6300												1.0000	0	0.2850
MORTERO	1-3	0.5400												1.0500	0	0.2800
MORTERO	1-4	0.4400												1.1000	0	0.2780
MORTERO	1-5	0.3800												1.1500	0	0.2750
MORTERO	1-6 *	0.3100												1.1700	0	0.2750
MORTERO	1-1-4	0.3000		0.1500											1.0000	0.2800
MORTERO	1-1-5	0.3100		0.1550											1.0200	0.2170
MORTERO	1-1-6	0.2550		0.1250											1.0500	0.2790
MORTERO	1-1-8	0.2150		0.1000											1.0950	0.2780
MORTERO	1-1-10	0.1800		0.0850											1.0650	0.2750
MORTERO	1-1-12	0.1500		0.0750											1.1850	0.2730
PASTA			1.5000													0.7000
PASTA		1.5000														0.7000
PASTA					0.8100											0.9000
PASTA	1-3		0.5400										2.1000			0.2800
PASTA	1-4		0.4400										2.2000			0.2750
PASTA	1-5		0.3800										2.3000			0.2720
PASTA	1-6		0.2700	0.1250									2.1000			0.2800
PASTA	1-8		0.2200	0.1000									2.2000			0.2780
PASTA	1-10		0.1900	0.0850									2.3000			0.2760
PASTA	1-12		0.1350	0.0750									2.4000			0.2740
LECHADA			1.3000													0.9000
		1.3000														0.9000
MORTERO	1-3	0.3500					549.0000								0.7000	0.2100
MORTERO	1-3	0.3950					343.6500								0.7900	0.2370
MORTERO	1-3-1/10	0.4575						30.2000							0.9150	0.2750
MORTERO	1-2-1/10	0.7750						51.3200					0.5130			0.3880
MORTERO	1-5-1/5	0.3075						40.5900							1.0150	0.2460
MORTERO	1-3-1/5	0.4440						58.6000							0.8880	0.2660
MORTERO	1-1-1/10	0.7780				0.3887		51.3200								0.3880
MORTERO	1-1-8	0.2000							200.0000						1.1000	0.2000
MORTERO	1-1	0.8300									0.664	49.80				0.3320
MORTERO	1-1	0.8050								56.35					0.6200	0.2300
MORTERO	1-1-4	0.6055		3027				90.8800							0.4540	0.4130

PROPORCIONAMIENTO DE CONCRETOS HIDRAULICOS

f'c Kg/ cm ²	agregado fino	agregado grueso	vol. abs. lechada lt	vol. abs. restante lt	TMA mm	Materiales que intervienen			
						cem kg	arena m ³	grava m ³	agua m ³
50	33.00	67.00	50.787	199.213	19.05	200	0.398	0.841	0.139
50	33.02	66.98	50.787	190.089	19.05	208	0.395	0.833	0.144
50	33.05	66.95	50.787	173.703	19.05	223	0.387	0.816	0.156
50	33.07	66.93	50.787	166.319	19.05	230	0.384	0.808	0.160
50	33.10	66.90	50.787	152.917	19.05	245	0.377	0.791	0.170
50	33.16	66.84	50.787	135.654	19.05	268	0.366	0.766	0.186
50	33.17	66.83	50.787	130.532	19.05	276	0.362	0.758	0.191
50	33.21	66.79	50.787	121.088	19.05	291	0.354	0.741	0.202
50	33.26	66.74	50.787	108.634	19.05	314	0.343	0.717	0.217
50	33.31	66.69	50.787	97.862	19.05	336	0.332	0.692	0.233
50	33.33	66.67	50.787	94.588	19.05	344	0.329	0.684	0.238
50	33.37	66.63	50.787	88.454	19.05	359	0.321	0.667	0.249
50	33.38	66.62	50.787	85.577	19.05	367	0.317	0.659	0.254
50	33.42	66.58	50.787	80.166	19.05	382	0.310	0.642	0.265
50	33.47	66.53	50.787	72.809	19.05	405	0.299	0.618	0.280
50	33.49	66.51	50.787	70.537	19.05	412	0.295	0.609	0.286
50	33.54	66.46	50.787	64.196	19.05	435	0.284	0.585	0.301
100	33.59	66.41	42.713	207.287	19.05	200	0.422	0.868	0.106
100	34.35	65.65	42.713	207.287	19.05	200	0.432	0.858	0.106
100	34.36	65.64	42.713	207.287	19.05	200	0.432	0.858	0.106
100	34.21	65.79	42.713	198.163	50.80	208	0.426	0.853	0.110
100	34.22	65.78	42.713	189.681	50.80	215	0.423	0.846	0.114
100	33.65	66.35	42.713	181.777	19.05	223	0.413	0.847	0.118
100	33.66	66.34	42.713	174.392	19.05	230	0.410	0.840	0.122
100	33.70	66.30	42.713	160.991	19.05	245	0.404	0.826	0.131
100	34.29	65.71	42.713	160.991	50.80	245	0.411	0.818	0.131
100	34.31	65.69	42.713	154.892	50.80	253	0.408	0.811	0.135
100	33.75	66.25	42.713	143.727	19.05	268	0.394	0.805	0.143
100	34.40	65.60	42.713	143.727	50.80	268	0.402	0.797	0.143
100	34.42	65.58	42.713	138.605	50.80	276	0.399	0.790	0.147
100	34.43	65.57	42.713	133.757	50.80	283	0.395	0.783	0.151
100	33.80	66.20	42.713	129.162	19.05	291	0.385	0.784	0.155
100	33.84	66.16	42.713	120.653	19.05	306	0.379	0.770	0.163
100	34.50	65.50	42.713	116.707	50.80	314	0.383	0.756	0.167
100	33.86	66.14	42.713	116.707	19.05	314	0.376	0.763	0.167
100	33.87	66.13	42.713	112.947	19.05	321	0.372	0.756	0.171
100	33.91	66.09	42.713	105.935	19.05	336	0.366	0.742	0.179
100	34.56	65.44	42.713	105.935	50.80	336	0.373	0.735	0.179
100	34.57	65.43	42.713	102.661	50.80	344	0.370	0.728	0.183
100	33.94	66.06	42.713	99.528	19.05	352	0.360	0.728	0.187
100	34.63	65.37	42.713	93.650	50.80	367	0.360	0.707	0.195
100	34.64	65.36	42.713	90.890	50.80	374	0.357	0.701	0.199
100	34.66	65.34	42.713	88.239	50.80	382	0.354	0.694	0.203
100	34.01	65.99	42.713	88.239	19.05	382	0.347	0.701	0.203
100	34.68	65.32	42.713	85.691	50.80	389	0.351	0.687	0.207
100	34.71	65.29	42.713	80.882	50.80	405	0.344	0.673	0.215
100	34.07	65.93	42.713	80.882	19.05	405	0.338	0.680	0.215
100	34.73	65.27	42.713	78.610	50.80	412	0.341	0.666	0.219
100	34.14	65.86	42.713	72.269	50.80	435	0.325	0.652	0.231

PROPORCIONAMIENTO DE CONCRETOS HIDRAULICOS (Cont.)

f'c Kg/ cm ²	agregado fino	agregado grueso	vol. abs. lechada lt	vol. abs. restante lt	TMA mm	Materiales que intervienen			
						cem kg	arena m ³	grava m ³	agua m ³
100	33.58	66.42	42.713	68.398	19.05	450	0.313	0.644	0.239
150	34.84	65.16	37.991	202.885	50.80	208	0.445	0.865	0.091
150	34.85	65.15	37.991	194.404	50.80	215	0.442	0.859	0.094
150	35.43	64.57	37.991	194.404	19.05	215	0.449	0.851	0.094
150	34.87	65.13	37.991	186.499	50.80	223	0.439	0.853	0.097
150	35.48	64.52	37.991	172.201	19.05	238	0.440	0.833	0.104
150	34.91	65.09	37.991	172.201	50.80	238	0.433	0.840	0.104
150	35.52	64.48	37.991	159.614	19.05	253	0.435	0.821	0.111
150	35.54	64.46	37.991	153.870	19.05	261	0.432	0.815	0.114
150	35.55	64.45	37.991	148.450	19.05	268	0.429	0.809	0.117
150	34.99	65.01	37.991	143.328	50.80	276	0.419	0.810	0.121
150	35.01	64.99	37.991	138.480	50.80	283	0.416	0.804	0.124
150	35.59	64.41	37.991	138.480	19.05	283	0.423	0.796	0.124
150	35.61	64.39	37.991	133.884	19.05	291	0.420	0.790	0.127
150	35.64	64.36	37.991	125.376	19.05	306	0.414	0.778	0.134
150	35.08	64.92	37.991	121.430	50.80	314	0.405	0.779	0.137
150	35.68	64.32	37.991	117.670	19.05	321	0.409	0.766	0.140
150	35.69	64.31	37.991	114.083	19.05	329	0.406	0.760	0.144
150	35.13	64.87	37.991	110.658	50.80	336	0.396	0.761	0.147
150	35.73	64.27	37.991	107.384	19.05	344	0.400	0.748	0.150
150	35.75	64.25	37.991	104.251	19.05	352	0.397	0.742	0.154
150	35.17	64.83	37.991	104.251	50.80	352	0.391	0.749	0.154
150	35.76	64.24	37.991	101.250	19.05	359	0.394	0.736	0.157
150	35.80	64.20	37.991	95.613	19.05	374	0.388	0.724	0.164
150	35.82	64.18	37.991	92.962	19.05	382	0.385	0.718	0.167
150	35.83	64.17	37.991	90.414	19.05	389	0.382	0.712	0.170
150	35.27	64.73	37.991	87.964	50.80	397	0.373	0.712	0.174
150	35.29	64.71	37.991	85.605	50.80	405	0.370	0.706	0.177
150	35.31	64.69	37.991	83.333	19.05	412	0.367	0.700	0.180
150	34.75	65.25	37.991	81.143	50.80	420	0.359	0.700	0.184
150	35.33	64.67	37.991	81.143	19.05	420	0.365	0.694	0.184
150	34.80	65.20	37.991	75.023	50.80	442	0.350	0.682	0.193
150	35.38	64.62	37.991	75.023	19.05	442	0.356	0.676	0.193
150	35.40	64.60	37.991	73.121	19.05	450	0.353	0.670	0.197
200	36.50	63.50	34.640	215.360	19.05	200	0.476	0.862	0.074
200	36.52	63.48	34.640	203.236	19.05	208	0.474	0.856	0.077
200	36.55	63.45	34.640	189.850	19.05	223	0.468	0.846	0.082
200	36.03	63.97	34.640	189.850	19.05	223	0.462	0.853	0.082
200	36.04	63.96	34.640	182.466	19.05	230	0.459	0.847	0.085
200	36.60	63.40	34.640	169.064	19.05	245	0.460	0.829	0.091
200	36.10	63.90	34.640	162.985	19.05	253	0.451	0.830	0.094
200	36.64	63.36	34.640	157.221	19.05	261	0.455	0.818	0.096
200	36.13	63.87	34.640	151.801	19.05	268	0.446	0.819	0.099
200	36.66	63.34	34.640	151.801	19.05	268	0.452	0.813	0.099
200	36.15	63.85	34.640	146.679	19.05	276	0.443	0.814	0.102
200	36.18	63.82	34.640	137.235	19.05	291	0.438	0.803	0.108
200	36.71	63.29	34.640	137.235	19.05	291	0.444	0.796	0.108
200	36.22	63.78	34.640	128.727	19.05	306	0.432	0.792	0.113
200	36.24	63.76	34.640	124.781	19.05	314	0.430	0.786	0.116
200	36.78	63.22	34.640	121.021	19.05	321	0.433	0.775	0.119

PROPORCIONAMIENTO DE CONCRETOS HIDRAULICOS (Cont.)

f'c Kg/ cm ²	agregado fino	agregado grueso	vol. abs. lechada lt	vol. abs. restante lt	TMA mm	Materiales que intervienen			
						cem kg	arena m ³	grava m ³	agua m ³
200	36.27	63.73	34.640	117.434	19.05	329	0.424	0.775	0.122
200	36.81	63.19	34.640	114.009	19.05	336	0.428	0.764	0.125
200	36.29	63.71	34.640	114.009	19.05	336	0.422	0.770	0.125
200	36.83	63.17	34.640	110.735	19.05	344	0.425	0.758	0.127
200	36.34	63.66	34.640	104.601	19.05	359	0.414	0.754	0.133
200	36.39	63.61	34.640	96.313	19.05	382	0.406	0.737	0.141
200	36.41	63.59	34.640	93.765	19.05	389	0.403	0.732	0.144
200	36.45	63.55	34.640	88.956	19.05	405	0.397	0.721	0.150
200	35.90	64.10	34.640	84.494	19.05	420	0.386	0.716	0.155
200	35.92	64.08	34.640	82.382	19.05	427	0.383	0.711	0.158
200	35.94	64.06	34.640	80.343	19.05	435	0.380	0.705	0.161
200	35.96	64.04	34.640	78.374	19.05	442	0.378	0.700	0.164
250	37.09	62.91	32.041	217.959	19.05	200	0.490	0.864	0.064
250	37.16	62.84	32.041	185.065	19.05	230	0.480	0.844	0.073
250	37.20	62.80	32.041	171.663	19.05	245	0.475	0.834	0.078
250	37.22	62.78	32.041	165.564	19.05	253	0.472	0.829	0.081
250	37.25	62.75	32.041	154.400	19.05	268	0.467	0.819	0.085
250	37.30	62.70	32.041	139.834	19.05	291	0.460	0.804	0.093
250	37.32	62.68	32.041	135.472	19.05	298	0.457	0.799	0.095
250	37.36	62.64	32.041	127.380	19.05	314	0.452	0.789	0.100
250	37.37	62.63	32.041	123.620	19.05	321	0.450	0.784	0.102
250	36.87	63.13	32.041	107.200	19.05	359	0.430	0.766	0.114
250	37.46	62.54	32.041	107.200	19.05	359	0.437	0.759	0.114
250	37.48	62.52	32.041	104.323	19.05	367	0.434	0.754	0.117
250	36.90	63.10	32.041	101.563	19.05	374	0.425	0.756	0.119
250	36.92	63.08	32.041	98.912	19.05	382	0.423	0.751	0.122
250	37.53	62.47	32.041	96.364	19.05	389	0.427	0.739	0.124
250	37.55	62.45	32.041	93.914	19.05	397	0.424	0.734	0.126
250	36.97	63.03	32.041	91.555	19.05	405	0.415	0.736	0.129
250	37.02	62.98	32.041	84.981	19.05	427	0.407	0.721	0.136
250	37.08	62.92	32.041	79.070	19.05	450	0.400	0.706	0.143
300	37.69	62.31	29.917	220.083	50.80	200	0.503	0.864	0.055
300	37.72	62.28	29.917	202.477	50.80	215	0.498	0.855	0.059
300	37.74	62.26	29.917	194.573	50.80	223	0.496	0.850	0.061
300	37.78	62.22	29.917	180.274	50.80	238	0.491	0.841	0.066
300	37.83	62.17	29.917	161.943	50.80	261	0.484	0.827	0.072
300	37.85	62.15	29.917	156.524	50.80	268	0.481	0.822	0.074
300	37.90	62.10	29.917	141.958	50.80	291	0.474	0.808	0.080
300	37.93	62.07	29.917	133.449	50.80	306	0.470	0.799	0.084
300	37.99	62.01	29.917	122.157	50.80	329	0.462	0.785	0.091
300	38.00	62.00	29.917	118.732	50.80	336	0.460	0.780	0.093
300	38.04	61.96	29.917	112.324	50.80	352	0.455	0.771	0.097
300	38.06	61.94	29.917	109.323	50.80	359	0.453	0.766	0.099
300	38.09	61.91	29.917	103.686	50.80	374	0.448	0.757	0.103
300	38.14	61.86	29.917	96.037	50.80	397	0.441	0.743	0.109
300	37.58	62.42	29.917	91.406	19.05	412	0.429	0.741	0.114
300	38.18	61.82	29.917	91.406	50.80	412	0.436	0.734	0.114
300	37.60	62.40	29.917	89.217	19.05	420	0.427	0.736	0.116
300	38.23	61.77	29.917	85.066	50.80	435	0.429	0.720	0.120
300	37.64	62.36	29.917	85.066	50.80	435	0.422	0.727	0.120

PROPORCIONAMIENTO DE CONCRETOS HIDRAULICOS (Cont.)

f'c Kg/ cm ²	agregado fino	agregado grueso	vol. abs. lechada lt	vol. abs. restante lt	TMA mm	Materiales que intervienen			
						cem kg	arena m ³	grava m ³	agua m ³
300	38.25	61.75	29.917	83.097	50.80	442	0.426	0.715	0.122
300	37.67	62.33	29.917	81.194	50.80	450	0.417	0.718	0.124
350	38.28	61.72	28.122	221.878	50.80	200	0.515	0.863	0.048
350	38.32	61.68	28.122	204.273	50.80	215	0.510	0.854	0.052
350	38.93	61.07	28.122	196.368	19.05	223	0.516	0.842	0.053
350	38.35	61.65	28.122	188.984	50.80	230	0.506	0.846	0.055
350	38.37	61.63	28.122	182.070	50.80	238	0.504	0.841	0.057
350	38.42	61.58	28.122	163.739	50.80	261	0.497	0.828	0.063
350	38.44	61.56	28.122	158.319	50.80	268	0.495	0.824	0.064
350	38.48	61.52	28.122	148.349	50.80	283	0.490	0.815	0.068
350	38.49	61.51	28.122	143.753	50.80	291	0.488	0.811	0.070
350	38.58	61.42	28.122	123.952	50.80	329	0.476	0.789	0.079
350	38.60	61.40	28.122	120.527	50.80	336	0.474	0.784	0.081
350	38.63	61.37	28.122	114.120	50.80	352	0.470	0.776	0.084
350	38.65	61.35	28.122	111.119	50.80	359	0.467	0.771	0.086
350	38.69	61.31	28.122	105.482	50.80	374	0.463	0.763	0.090
350	38.74	61.26	28.122	97.833	50.80	397	0.456	0.750	0.095
350	38.76	61.24	28.122	95.474	50.80	405	0.454	0.745	0.097
350	38.79	61.21	28.122	91.012	19.05	420	0.449	0.737	0.101
350	38.84	61.16	28.122	84.892	19.05	442	0.442	0.724	0.106
400	39.47	60.53	26.566	223.434	19.05	200	0.535	0.852	0.042
400	39.49	60.51	26.566	214.310	19.05	208	0.532	0.848	0.043
400	39.53	60.47	26.566	197.924	19.05	223	0.528	0.840	0.046
400	39.54	60.46	26.566	190.539	19.05	230	0.526	0.836	0.048
400	38.97	61.03	26.566	183.625	19.05	238	0.516	0.840	0.050
400	39.00	61.00	26.566	171.039	19.05	253	0.511	0.832	0.053
400	39.60	60.40	26.566	171.039	19.05	253	0.519	0.824	0.053
400	39.04	60.96	26.566	159.874	19.05	268	0.507	0.824	0.056
400	39.65	60.35	26.566	154.752	19.05	276	0.513	0.812	0.058
400	39.09	60.91	26.566	145.309	19.05	291	0.501	0.811	0.061
400	39.11	60.89	26.566	140.946	19.05	298	0.499	0.807	0.062
400	39.14	60.86	26.566	132.854	19.05	314	0.494	0.799	0.065
400	39.16	60.84	26.566	129.094	19.05	321	0.492	0.795	0.067
400	39.19	60.81	26.566	122.082	19.05	336	0.488	0.787	0.070
400	39.25	60.75	26.566	112.674	19.05	359	0.481	0.775	0.075
400	39.30	60.70	26.566	104.386	19.05	382	0.475	0.762	0.080
400	39.32	60.68	26.566	101.838	19.05	389	0.472	0.758	0.081
400	39.35	60.65	26.566	97.029	19.05	405	0.468	0.750	0.084
400	39.40	60.60	26.566	90.455	19.05	427	0.462	0.738	0.089
400	39.42	60.58	26.566	88.416	19.05	435	0.459	0.734	0.091
400	39.46	60.54	26.566	84.545	19.05	450	0.455	0.726	0.094
450	39.67	60.33	25.194	151.276	19.05	283	0.515	0.815	0.051
450	39.70	60.30	25.194	142.318	19.05	298	0.511	0.807	0.054
450	39.77	60.23	25.194	126.879	19.05	329	0.503	0.792	0.060
450	39.81	60.19	25.194	120.180	19.05	344	0.499	0.784	0.062
450	39.82	60.18	25.194	117.047	19.05	352	0.497	0.780	0.064
450	39.86	60.14	25.194	111.169	19.05	367	0.492	0.773	0.066
450	39.91	60.09	25.194	103.210	19.05	389	0.486	0.761	0.071
450	39.93	60.07	25.194	100.760	19.05	397	0.484	0.757	0.072
450	39.96	60.04	25.194	96.129	19.05	412	0.480	0.750	0.075

PROPORCIONES DE CONCRETOS, MORTEROS Y PASTAS

RESISTENCIA NORMAL

AGREGADO MAX REVOLVEDORA 1 M3	3/4" CEM: TON	ARENA M3	GRAVA M3	AGUA M3	CUAD REND	REST RAPID ACEL FESTER LT
CONCRETO F'C = 100 KG/CM2	0.2730	0.5420	0.6560	0.2710	0.0550	5.4600
CONCRETO F'C = 150 KG/CM2	0.3260	0.5360	0.6500	0.2630	0.0550	6.3400
CONCRETO F'C = 200 KG/CM2	0.3600	0.5310	0.6430	0.2520	0.0550	7.3600
CONCRETO F'C = 250 KG/CM2	0.4120	0.5350	0.6370	0.2430	0.0550	8.2400
CONCRETO F'C = 300 KG/CM2	0.4420	0.5400	0.6540	0.2450	0.0550	8.8400
AGREGADO MAX 1 1/2"	CEM: TON	ARENA M3	GRAVA M3	AGUA M3	CUAD REND	ACEL FESTER LT
CONCRETO F'C = 100 KG/CM2	0.2500	0.4620	0.7540	0.2620	0.0550	5.1600
CONCRETO F'C = 150 KG/CM2	0.3130	0.4620	0.7390	0.2510	0.0550	6.2600
CONCRETO F'C = 200 KG/CM2	0.3560	0.4600	0.7290	0.2430	0.0550	7.1200
CONCRETO F'C = 250 KG/CM2	0.4010	0.4590	0.7270	0.2330	0.0550	8.0200
CONCRETO F'C = 300 KG/CM2	0.4290	0.4570	0.7300	0.2550	0.0550	8.5000

CONCRETO BOTES	MEDIDO BOTES	POR CEM BOTES	ARENA BOTES	GRAVA BOTES	AGUA BOTES
CONCRETO F'C = 100 KG/CM2	2.0000	6.0000	8.0000	2.0000	
CONCRETO F'C = 150 KG/CM2	2.0000	5 1/4	7 1/2	1 3/4	
CONCRETO F'C = 200 KG/CM2	2.0000	4 1/4	6.0000	1 1/2	
CONCRETO F'C = 250 KG/CM2	2.0000	3 3/4	5 1/2	1 1/4	

PROPORCIONES DE CONCRETOS, MORTEROS Y PASTAS

MORTERO CE:AR PROP 1:2	0.6210	1.0700		0.3430
PROP 1:3	0.5090	1.1770		0.3370
PROP 1:4	0.4320	1.2030		0.3330
PROP 1:5	0.3600	1.2300		0.3250
PROP 1:6	0.3050	1.2620		0.3220
PROP 1:7	0.2550	1.3400		0.3130
PROP 1:8	0.2150	1.3910		0.3000
CEMENTO-CALH-ARENA	CEMT TON	ARENA M3	CAL TON	AGUA M3
PROP: 1:1:8	0.1920	1.1070	0.1140	0.3430
PROP: 1:1:10	0.1750	1.2300	0.0920	0.3610
PROP: 1:1:12	0.1540	1.2730	0.0820	0.3551
PASTA	CEM BCO TON	POLVO MAR/TON		AGUA M3
CEM BCO - PVO MARMOL	0.3300	1.2720		0.6310
CEM GRIS AGUA	2.0600			1.1070
CEM BCO AGUA	2.0600			1.1070
LECHADA				
CEM GRIS AGUA	1.3390			1.2310
CEM BCO AGUA	1.3390			1.2310

CALCULO DE CANTIDAD NECESARIA PARA ELABORAR UN METRO CUBICO DE MORTERO CEMENTO-ARENA-AGUA

$$N = \frac{1000}{1.1 ns + (P - 0.9 nsv)}$$

N = Número de sacos de cemento por m³ de mortero.

n = Número de litros de arena por saco

= 33

s = Partes de Arena por una de cemento

= Proporción

v = % de vacíos en la arena seca

= 0.40

P = Número de litros de lechada por saco de cemento

= 38.5

El resultado que se obtiene se multiplica por 50 para obtener kilogramos.

En la cantidad de arena aumentese el 2% por desperdicio.

CANTIDADES NECESARIAS PARA ELABORAR UN METRO CUBICO MORTERO DE PLASTO CEMENTO-ARENA-AGUA

Proporción	Plasto cemento + 2% Kg/m ³	Arena + 2%	
m ³	Agua m ³		
1:2	442	0.981	0.298
1:3	330	1.101	0.274
1:4	265	1.177	0.261
1:5	220	1.227	0.252
1:6	190	1.262	0.246
1:7	165	1.288	0.241
1:8	147	1.309	0.237

CANTIDADES NECESARIAS PARA ELABORAR UN METRO CUBICO DE MORTERO CAL APAGADA-ARENA-AGUA

Proporción	Cal apagada m ³	Arena m ³	Agua m ³
1:2	0.474	1.186	0.028
1:3	0.412	1.237	0.068
1:4	0.327	1.308	0.123
1:5	0.271	1.356	0.159

CANTIDADES NECESARIAS PARA ELABORAR UN METRO CUBICO DE PASTAS

PARA LA PASTA CALHIDRA-POLVO DE MARMOL:

Calhida 149 Kg.; Polvo de Mármol 1119 Kg.; Agua 537 l.

PARA LA PASTA CALHIDRA-CEMENTO BLANCO-POLVO DE MARMOL:

Calhida 73 kg.; Cemento blanco 163 Kg.;
Polvo de mármol 1100 Kg.; Agua 522 l.

PARA LA PASTA CEMENTO-BLANCO-POLVO DE MARMOL:

Cemento blanco 320 Kg.; Polvo de mármol 1082 Kg.; Agua 507 l.

RENDIMIENTO PARA COLOCACION DE TABIQUE, según el tipo de muro, las dimensiones de la pieza y el espesor de la junta

ESPESOR MURO	DIMENSIONES DE LA PIEZA	ESPESOR JUNTA	PZ/m ²	MORTERO	COLOCACION ALBAÑIL	JUNT/m ² 1 CARA	ACABADO 1 CARA ALBAÑIL
m	m	m		m ³ /m ²	J/m ²	m ² /J	m ² /J
0.060	0.060 x 0.130 x 0.260	0.010	26.4550	0.0064	0.0575	17.3994	10.5920
0.130	0.060 x 0.130 x 0.260	0.010	52.9100	0.0227	0.0669	14.9263	17.4603
0.200	0.060 x 0.130 x 0.260	0.010	79.3650	0.0380	0.0802	12.4532	12.3015
0.260	0.060 x 0.130 x 0.260	0.010	102.9408	0.0530	0.0981	10.1895	20.4061
0.060	0.060 x 0.130 x 0.260	0.015	25.0793	0.0081	0.0571	17.4842	10.1567
0.130	0.060 x 0.130 x 0.260	0.015	48.4848	0.0382	0.0653	15.3052	16.0000
0.200	0.060 x 0.130 x 0.260	0.015	73.2351	0.0585	0.0784	12.7474	11.8808
0.260	0.060 x 0.130 x 0.260	0.015	91.9540	0.0735	0.0890	11.2316	18.8505
0.070	0.070 x 0.140 x 0.280	0.010	22.9855	0.0069	0.0562	17.7684	9.8850
0.140	0.070 x 0.140 x 0.280	0.010	43.1034	0.0217	0.0633	15.7789	15.5172
0.220	0.070 x 0.140 x 0.280	0.010	68.9655	0.0397	0.0740	13.5053	11.5092
0.280	0.070 x 0.140 x 0.280	0.010	83.3333	0.0513	0.0834	11.9895	18.3333
0.070	0.070 x 0.140 x 0.280	0.015	21.8698	0.0100	0.0559	17.8631	9.5133
0.140	0.070 x 0.140 x 0.280	0.015	39.8803	0.0305	0.0618	16.1579	14.5563
0.225	0.070 x 0.140 x 0.280	0.015	65.6096	0.0571	0.0730	13.6947	11.1536
0.280	0.070 x 0.140 x 0.280	0.015	75.9013	0.0717	0.0784	12.7474	17.0778
0.070	0.070 x 0.150 x 0.300	0.010	21.5054	0.0069	0.0559	17.8631	9.8924
0.150	0.070 x 0.150 x 0.300	0.010	46.0829	0.0262	0.0641	15.5895	17.5115
0.230	0.070 x 0.150 x 0.300	0.010	64.5162	0.0421	0.0725	13.7895	11.5053
0.300	0.070 x 0.150 x 0.300	0.010	89.2857	0.0616	0.0875	11.4211	20.5357
0.070	0.070 x 0.150 x 0.300	0.015	19.2400	0.0096	0.0553	18.0526	9.2352
0.150	0.070 x 0.150 x 0.300	0.015	37.3482	0.0336	0.0611	16.3473	14.9392
0.235	0.070 x 0.150 x 0.300	0.015	61.3012	0.0585	0.0691	14.4526	17.9253
0.300	0.070 x 0.150 x 0.300	0.015	71.3012	0.0802	0.0761	13.1263	17.9253
0.050	0.050 x 0.100 x 0.200	0.010	43.2900	0.0069	0.0633	15.7789	12.3684
0.100	0.050 x 0.100 x 0.200	0.010	79.3650	0.0214	0.0808	12.7474	21.0285
0.160	0.050 x 0.100 x 0.200	0.010	29.8700	0.0422	0.1310	7.6316	16.1114
0.210	0.050 x 0.100 x 0.200	0.010	151.5151	0.0540	0.1772	5.6421	25.7575

ESPESOR MURO	DIMENSIONES DE LA PIEZA	ESPESOR JUNTA	PZ/m ²	MORTERO	COLOCACION ALBAÑIL	JUNT/m ² 1 CARA	ACABADO 1 CARA ALBAÑIL
m	m	m		m ³ /m ²	J/m ²	m ² /J	m ² /J
0.050	0.050 x 0.100 x 0.200	0.015	40.4448	0.0100	0.0622	16.0631	13.3467
0.100	0.050 x 0.100 x 0.200	0.015	71.5563	0.0300	0.0761	13.1263	20.0357
0.165	0.050 x 0.100 x 0.200	0.015	121.3346	0.0610	0.1178	8.4842	15.5229
0.215	0.050 x 0.100 x 0.200	0.015	133.7792	0.0776	0.1361	7.3474	24.0802
0.070	0.070 x 0.140 x 0.300	0.010	21.5053	0.0069	0.0559	17.8631	9.8924
0.140	0.070 x 0.140 x 0.300	0.010	40.3225	0.0220	0.0522	16.0631	15.7257
0.220	0.070 x 0.140 x 0.300	0.010	64.5161	0.0207	0.0725	13.7895	11.5053
0.300	0.070 x 0.140 x 0.300	0.010	83.3333	0.0574	0.0834	11.9895	19.1666
0.070	0.070 x 0.140 x 0.300	0.015	20.4813	0.0101	0.0556	17.9579	9.6262
0.140	0.070 x 0.140 x 0.300	0.015	37.3482	0.0313	0.0611	16.3473	14.9392
0.225	0.070 x 0.140 x 0.300	0.015	61.4439	0.0303	0.0710	14.0737	11.1957
0.300	0.070 x 0.140 x 0.300	0.015	75.9313	0.0820	0.0784	12.6474	18.2235
0.150	0.150 x 0.200 x 0.400	0.010	11.6144	0.0108	0.0531	18.8105	7.2009
0.200	0.150 x 0.200 x 0.400	0.010	15.2439	0.0173	0.0542	18.4315	8.6890
0.400	0.150 x 0.200 x 0.400	0.010	29.7619	0.0440	0.0584	17.1052	11.0119
0.150	0.150 x 0.200 x 0.400	0.015	11.2076	0.0158	0.0531	18.8105	7.0607
0.200	0.150 x 0.200 x 0.400	0.015	14.6038	0.0254	0.0539	18.5263	8.4702
0.400	0.150 x 0.200 x 0.400	0.015	28.1888	0.0642	0.0578	17.1947	10.7117
0.060	0.060 x 0.200 x 0.400	0.010	11.6144	0.0043	0.0531	18.8105	7.2009
0.200	0.060 x 0.200 x 0.400	0.010	34.8432	0.0334	0.0601	16.6316	18.7247
0.400	0.060 x 0.200 x 0.400	0.010	68.0272	0.0761	0.0740	13.3688	31.7460
0.060	0.060 x 0.200 x 0.400	0.015	11.2076	0.0063	0.0528	13.5053	63.2911
0.200	0.060 x 0.200 x 0.400	0.015	33.1285	0.0472	0.0591	16.9052	19.0476
0.275	0.060 x 0.200 x 0.400	0.015	35.6228	0.0357	0.0597	16.9158	17.0607
0.400	0.060 x 0.200 x 0.400	0.015	32.0155	0.1079	0.0710	14.0737	15.7429
0.140	0.100 x 0.200 x 0.400	0.005	33.4168	0.0091	0.0594	16.8210	8.2120
0.100	0.100 x 0.100 x 0.200	0.005	46.4576	0.0072	0.0545	15.4947	13.0325
0.100	0.060 x 0.100 x 0.200	0.005	75.0469	0.0101	0.0778	12.8421	14.4018
0.120	0.060 x 0.120 x 0.240	0.005	62.7943	0.0116	0.0715	13.9789	20.2626
							19.4672
							27.2479

ESPEJOR MURO	DIMENSIONES DE LA PIEZA	ESPEJOR JUNTA	PZ/m ²	MORTERO	COLOCACION ALBAÑIL		JUNT/m ² 1 CARA		ACABADO 1 CARA ALBAÑIL	
m	m	m		m ³ /m ²	J/m ²	m ² /J	METROS	J/m ²	J/m ²	m ² /J
0.140	0.100 x 0.140 x 0.200	0.005	46.4576	0.0100	0.0235	25.1477	14.4018	0.0272	0.0272	36.7647
0.045	0.045 x 0.135 x 0.265	0.010	25.0783	0.0047	0.0568	17.5789	10.5328	0.0198	0.0198	50.5050
0.135	0.045 x 0.135 x 0.265	0.010	66.1157	0.0294	0.0730	13.6947	21.8181	0.0412	0.0412	24.2718
0.190	0.045 x 0.135 x 0.265	0.010	75.2351	0.0289	0.0778	12.8421	12.2502	0.0231	0.0231	43.2900
0.265	0.045 x 0.135 x 0.265	0.010	125.3918	0.0664	0.1233	8.1053	25.0783	0.0473	0.0473	21.1416
0.045	0.045 x 0.135 x 0.265	0.015	23.8095	0.0069	0.0565	17.7736	10.2380	0.0193	0.0193	51.8134
0.135	0.045 x 0.135 x 0.265	0.015	59.5238	0.0409	0.0701	14.2632	20.2380	0.0382	0.0382	26.1780
0.195	0.045 x 0.135 x 0.265	0.015	71.4285	0.0421	0.0756	13.2211	11.9073	0.0224	0.0224	44.6428
0.265	0.045 x 0.135 x 0.265	0.015	111.1111	0.0927	0.1060	9.4316	23.3333	0.0340	0.0340	22.7272
0.050	0.050 x 0.100 x 0.220	0.010	43.4782	0.0076	0.0633	15.7789	14.7825	0.0279	0.0279	35.8422
0.100	0.050 x 0.100 x 0.220	0.010	86.9565	0.0260	0.0854	11.7053	25.2173	0.0476	0.0476	21.0084
0.160	0.050 x 0.100 x 0.220	0.010	130.4347	0.0464	0.1326	7.5869	17.1928	0.0324	0.0324	30.8641
0.220	0.050 x 0.100 x 0.220	0.010	181.8181	0.0919	0.2705	39.9999	12.7659	0.0755	0.0755	13.2450
0.050	0.050 x 0.100 x 0.220	0.015	42.5531	0.0097	0.0629	15.8737	12.7659	0.0241	0.0241	41.4937
0.100	0.050 x 0.100 x 0.220	0.015	85.1063	0.0402	0.0840	11.8948	25.5318	0.0482	0.0482	20.7468
0.165	0.050 x 0.100 x 0.220	0.015	127.6895	0.0593	0.1278	7.8211	14.8473	0.0280	0.0280	35.7142
0.220	0.050 x 0.100 x 0.220	0.015	173.9130	0.1119	0.2887	3.4632	31.3043	0.0591	0.0591	16.9204
0.115	0.113 x 0.115 x 0.240	0.010	35.3982	0.0155	0.0604	16.5368	13.2035	0.0249	0.0249	40.1606
0.240	0.113 x 0.115 x 0.240	0.010	70.7964	0.0438	0.0756	13.2211	17.5575	0.0331	0.0331	30.2114
0.365	0.113 x 0.115 x 0.240	0.010	212.3893	0.0951	0.1348	1.0948	15.3562	0.0290	0.0290	34.4827
0.115	0.113 x 0.115 x 0.240	0.005	36.1206	0.0076	0.0604	16.5368	13.1117	0.0247	0.0247	40.4858
0.240	0.113 x 0.115 x 0.240	0.005	73.7463	0.0215	0.0772	12.9388	17.5516	0.0331	0.0331	30.2114
0.360	0.113 x 0.115 x 0.240	0.005	221.2389	0.0466	0.0601	1.0948	15.2495	0.0288	0.0288	34.7222
0.072	0.072 x 0.115 x 0.240	0.010	34.7826	0.0096	0.0601	16.5316	13.0434	0.0246	0.0246	40.6504
0.115	0.072 x 0.115 x 0.240	0.010	55.5555	0.0218	0.0682	14.8421	18.4444	0.0348	0.0348	28.7356
0.240	0.072 x 0.115 x 0.240	0.010	111.1111	0.0578	0.1080	9.4316	22.9999	0.0434	0.0434	23.0414
0.072	0.072 x 0.115 x 0.240	0.005	35.4924	0.0047	0.0604	16.5368	12.9547	0.0244	0.0244	40.9836
0.115	0.072 x 0.115 x 0.240	0.005	56.6893	0.0106	0.0687	14.5474	16.2539	0.0344	0.0344	29.0697
0.240	0.072 x 0.115 x 0.240	0.005	115.7407	0.0280	0.1116	8.9579	22.8009	0.0430	0.0430	23.2558

ACARREO DE TABIQUE
DE 0.060 Y 0.130 x 0.260 METROS DE DIMENSIONES NOMINALES DE 1.462 Kg/Pz (721 Kg/m³). A MANO, SIN VEHICULO ALGUNO - RENDIMIENTO POR PEON - CONSIDERANDO UNA VELOCIDAD DE ACARREO DE 1400 m/J

DISTANCIA	CARGADO Y ACOMODADO	ACARREO	DESC Y ACOMD	
			J/MIL	J/MIL
5.00	0.0016	0.0831	0.0051	0.0831
10.00	0.0016	0.0831	0.0102	0.0831
15.00	0.0016	0.0831	0.0153	0.0831
20.00	0.0016	0.0831	0.0204	0.0831
25.00	0.0016	0.0831	0.0255	0.0831
30.00	0.0016	0.0831	0.0306	0.0831
35.00	0.0016	0.0831	0.0357	0.0831
40.00	0.0016	0.0831	0.0408	0.0831
45.00	0.0016	0.0831	0.0459	0.0831
50.00	0.0016	0.0831	0.0510	0.0831
55.00	0.0016	0.0831	0.0561	0.0831
60.00	0.0016	0.0831	0.0612	0.0831
65.00	0.0016	0.0831	0.0663	0.0831
70.00	0.0016	0.0831	0.0714	0.0831
75.00	0.0016	0.0831	0.0765	0.0831
80.00	0.0016	0.0831	0.0816	0.0831
85.00	0.0016	0.0831	0.0867	0.0831
90.00	0.0016	0.0831	0.0918	0.0831
95.00	0.0016	0.0831	0.0969	0.0831
100.00	0.0016	0.0831	0.1020	0.0831
105.00	0.0016	0.0831	0.1071	0.0831
110.00	0.0016	0.0831	0.1122	0.0831
115.00	0.0016	0.0831	0.1173	0.0831
120.00	0.0016	0.0831	0.1224	0.0831
125.00	0.0016	0.0831	0.1275	0.0831
130.00	0.0016	0.0831	0.1326	0.0831
135.00	0.0016	0.0831	0.1377	0.0831
140.00	0.0016	0.0831	0.1428	0.0831
145.00	0.0016	0.0831	0.1479	0.0831
150.00	0.0016	0.0831	0.1530	0.0831
155.00	0.0016	0.0831	0.1581	0.0831
160.00	0.0016	0.0831	0.1632	0.0831
165.00	0.0016	0.0831	0.1683	0.0831
170.00	0.0016	0.0831	0.1734	0.0831
175.00	0.0016	0.0831	0.1785	0.0831
180.00	0.0016	0.0831	0.1836	0.0831
185.00	0.0016	0.0831	0.1887	0.0831
190.00	0.0016	0.0831	0.1938	0.0831
195.00	0.0016	0.0831	0.1989	0.0831
200.00	0.0016	0.0831	0.2040	0.0831
205.00	0.0016	0.0831	0.2091	0.0831
210.00	0.0016	0.0831	0.2142	0.0831
215.00	0.0016	0.0831	0.2193	0.0831
220.00	0.0016	0.0831	0.2244	0.0831
225.00	0.0016	0.0831	0.2295	0.0831
230.00	0.0016	0.0831	0.2346	0.0831
235.00	0.0016	0.0831	0.2397	0.0831
240.00	0.0016	0.0831	0.2448	0.0831
245.00	0.0016	0.0831	0.2499	0.0831
250.00	0.0016	0.0831	0.2550	0.0831
255.00	0.0016	0.0831	0.2601	0.0831
260.00	0.0016	0.0831	0.2652	0.0831
265.00	0.0016	0.0831	0.2703	0.0831
270.00	0.0016	0.0831	0.2754	0.0831
275.00	0.0016	0.0831	0.2805	0.0831
280.00	0.0016	0.0831	0.2856	0.0831

PROPORCIONAMIENTO DE CONCRETOS PARA FINES DE ANALISIS DE
PRECIOS UNITARIOS Y MANO DE OBRA DE ACARREO EN BOTE DE 19
LITROS, DE CEMENTO, ARENA, GRAVA DE 19 mm Y AGUA, de una distancia
de 7 metros, según la fórmula de Abrams.

f'c	B kg cm ²	MATERIAL QUE INTERVIENE				PEON EN C/U DE LOS MATERIALES			
		cemento tonel	arena m ³	grava m ³	agua m ³	cemento jornada	arena jornada	grava jornada	agua jornada
100	17	.220	.456	.920	.117	.0880	.3796	.9197	.1231
100	17	.230	.451	.910	.122	.0920	.3756	.9100	.1287
100	17	.240	.446	.900	.128	.0960	.3717	.9004	.1343
100	17	.250	.441	.891	.133	.1000	.3677	.8907	.1399
100	17	.260	.436	.881	.138	.1040	.3637	.8810	.1455
100	17	.270	.432	.871	.144	.1080	.3597	.8713	.1511
100	17	.280	.427	.862	.149	.1120	.3557	.8617	.1567
100	17	.290	.422	.852	.154	.1160	.3517	.8520	.1623
100	17	.300	.417	.842	.160	.1200	.3457	.8423	.1679
100	17	.310	.412	.833	.165	.1240	.3437	.8326	.1735
100	17	.320	.408	.823	.170	.1280	.3397	.8230	.1791
100	17	.330	.403	.813	.175	.1320	.3357	.8133	.1847
100	17	.340	.398	.804	.181	.1360	.3317	.8036	.1903
100	17	.350	.393	.794	.186	.1400	.3277	.7939	.1959
100	17	.360	.388	.784	.191	.1440	.3237	.7843	.2015
100	17	.370	.384	.775	.197	.1480	.3197	.7746	.2071
100	17	.380	.379	.765	.202	.1520	.3157	.7649	.2127
100	17	.390	.374	.755	.207	.1560	.3117	.7552	.2183
100	17	.400	.369	.746	.213	.1600	.3078	.7456	.2239
250	17	.350	.435	.879	.111	.1400	.3626	.8785	.1172
250	17	.360	.432	.871	.115	.1440	.3597	.8713	.1206
250	17	.370	.428	.866	.118	.1480	.3567	.8640	.1239
250	17	.380	.424	.857	.121	.1520	.3537	.8568	.1273
250	17	.390	.421	.850	.124	.1560	.3507	.8495	.1306
250	17	.400	.417	.842	.127	.1600	.3477	.8423	.1340
250	17	.410	.414	.835	.130	.1640	.3447	.8350	.1373
250	17	.420	.410	.828	.134	.1680	.3417	.8277	.1407
250	17	.430	.406	.820	.137	.1720	.3387	.8205	.1440
250	17	.440	.403	.813	.140	.1760	.3357	.8132	.1474
250	17	.450	.399	.806	.143	.1800	.3327	.8060	.1507
250	17	.460	.396	.799	.146	.1840	.3297	.7987	.1541
250	17	.470	.392	.791	.150	.1880	.3267	.7915	.1574
250	17	.480	.388	.784	.153	.1920	.3237	.7842	.1608
250	17	.490	.385	.777	.156	.1960	.3207	.7769	.1641
250	17	.500	.381	.770	.159	.2000	.3177	.7697	.1675
250	17	.510	.378	.762	.162	.2040	.3147	.7624	.1708
250	17	.520	.374	.755	.165	.2080	.3117	.7552	.1742
250	17	.530	.370	.748	.169	.2120	.3087	.7479	.1775
250	17	.540	.367	.741	.172	.2160	.3057	.7406	.1809
250	17	.550	.363	.733	.175	.2200	.3027	.7334	.1842
250	17	.560	.360	.726	.178	.2240	.2997	.7261	.1876
250	17	.570	.356	.719	.181	.2280	.2967	.7189	.1909
250	17	.580	.352	.712	.185	.2320	.2937	.7116	.1943
250	17	.590	.349	.704	.188	.2360	.2907	.7044	.1976

DIAMETRO, AREA Y PESO DE LAS VARILLAS CORRUGADAS



Varilla No.	Diámetro nominal		Perímetro mm	Area cm ²	Peso Kg/m	No. de Varillas de 12 metros por tonelada
	mm	pulg.				
*2	6.4	1/4	20.1	0.32	0.251	-
2.5	7.9	5/16	24.8	0.49	0.384	217
3	9.5	3/8	29.8	0.71	0.557	150
4	12.7	1/2	39.9	1.27	0.996	84
5	15.9	5/8	50.0	1.99	1.560	53
6	19.1	3/4	60.0	2.87	2.250	37
8	25.4	1	79.8	5.07	3.975	21
10	31.8	1 1/4	99.9	7.94	6.225	13
12	38.1	1 1/2	119.7	11.40	8.938	9

Varillas rectas de 9 ó 12 m

* Alambrón común, únicamente liso en rollos desde 50 kg.

EXTRACTO DE LAS NORMAS TECNICAS DDF 26 nov 1987 a partir de las cuales se generaron estas tablas:

"1.4.2 Acero

Como refuerzo ordinario para concreto pueden usarse barras de acero y/o malla soldada de alambre. Las barras serán corrugadas, con la salvedad que se indica adelante, y deben cumplir con las normas NOM B6 o NOM B294; o B457; se tomarán en cuenta las restricciones al uso de algunos de estos aceros incluidas en las presentes Normas Complementarias. La malla cumplirá con la norma NOM B290. Se permite el uso de barra lisa de 6.4 mm. de diámetro (No. 2) para estribos (donde así se indique en el texto de estas Normas), conectores de elementos compuestos y como refuerzo para fuerza cortante por fricción (véase 2.1.5i). El acero de preesfuerzo cumplirá con las normas NOM B293 o NOM B292."

"En el cálculo de resistencias se usarán los esfuerzos de fluencia mínimos, fy, establecidos en las normas citadas."

"1.6 Factores de resistencia.

De acuerdo con el Título VI del Reglamento, las resistencias deben afectarse por un factor de reducción, FR. Con las excepciones indicadas en el texto de estas Normas, los factores de resistencia tendrán los valores siguientes. Para flexión valdrá 0.9, y 0.8 para cortante y torsión. En flexocompresión, FR se tomará igual a 0.8 cuando el núcleo esté confinado con un zuncho que cumpla con los requisitos de 4.2.4, o con estribos que cumplan con los requisitos de 5.3.4b), y también cuando el elemento falle en tensión. Si el núcleo no está confinado y la falla es en compresión, FR se supondrá igual a 0.7. Para aplastamiento FR valdrá 0.7.

Estas resistencias reducidas (resistencias de diseño) son las que, al dimensionar, se comparan con las fuerzas internas de diseño que se obtienen multiplicando las debidas a las cargas especificadas en el Título VI del Reglamento, por los factores de carga allí prescritos."

1.4.1 Concreto.

1.4.1 b) Resistencia a compresión.

Los concretos clase 1 tendrán una resistencia especificada, f'_c , igual o mayor que 250 kg/cm². La resistencia especificada de los concretos clase 2 será inferior a 250 kg/cm². En ambos casos deberá comprobarse que el nivel de resistencia del concreto estructural de toda construcción cumpla con la resistencia especificada. Se admitirá que un concreto cumple con la resistencia especificada si satisface los requisitos prescritos en 11.3. El corresponsable en Seguridad Estructural o el Director de Obra, cuando el trabajo no requiera de Corresponsable, podrá autorizar el uso de resistencias, f'_c , distintas de las antes mencionadas.

Para diseñar se usará el valor nominal, f^*c , determinado con la expresión siguiente:

Para concretos clase 1 y 2:

$$f^*c = 0.8 f'_c \quad (1.7)$$

El valor f^*c es, en parte, una medida de la resistencia del concreto en la estructura. Para que sea válida la expresión (1.7) deben cumplirse los requisitos de transporte, colocación, compactación y curado prescritos en 11.3.

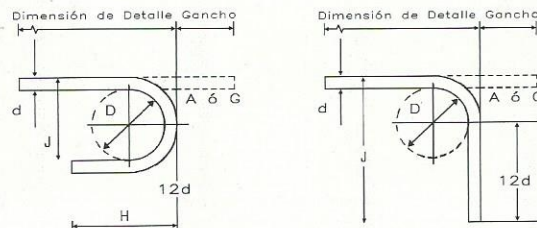
Se hace incapié en que el proporcionamiento de un concreto debe hacerse para una resistencia media, f_c , mayor que la especificada, f'_c , y que dicha resistencia media es función del grado de control que se tenga al fabricar el concreto."

"3.8 Dobleses del refuerzo.

El radio interior de un doblez no será menor que $f_y / 60 \sqrt{f'_c}$ por el diámetro de la barra doblada, a menos que dicha barra quede doblada alrededor de otra de diámetro no menor que el de ella, o se confine adecuadamente el concreto, por ejemplo mediante refuerzo perpendicular al plano de la barra. Además, el radio de doblez no será menor que el que marca la respectiva norma NOM, de las indicadas en 1.4.2 para la prueba de doblado. En la expresión anterior f_y y f'_c deben estar en kg/cm².

En todo doblez o cambio de dirección del acero longitudinal debe colocarse refuerzo transversal capaz de equilibrar la resultante de las tensiones o compresiones desarrolladas en las barras, a menos que el concreto en si sea capaz de ello".

DATOS DE LAS TABLAS



Ganchos de 180° de la tabla 1 a 27 y 90° de la 28 a la 54

f_y = Límite de fluencia considerado, expresado en kilogramos por centímetro cuadrado.

f'_s = Resistencia de cálculo del acero, expresado en kilogramos por centímetro cuadrado.

f'_c = Resistencia específica (resistencia de trabajo) del concreto a la compresión, expresada en kilogramos por centímetro cuadrado.

f^*c = Resistencia de cálculo del concreto, expresado en kilogramos por centímetro cuadrado.

fR_s = Factor de reducción con que se afecta el acero.

fR_c = Factor de reducción con que se afecta el concreto.

Datos por Columnas

- 1.- Número de diámetro de varillas según el código común en uso. *
- 2.- (Radio inter.) Radio de doblado interior mínimo de la varilla, expresado en centímetros.
- 3.- (A o G) Desarrollo total de varilla desde el inicio de doblez hasta el corte de la varilla, expresado en centímetros.
- 4.- (J) Distancia de paño exterior a paño exterior de doblez, en los de 180°, o de paño exterior hasta el corte de varilla en los de 90°.

* Las características físicas de las varillas se pueden encontrar, en la tabla, "Diámetro, área y peso de las varillas corrugadas", localizada en la pág. 53.

DOBLECES EN EL ACERO ESTRUCTURAL PARA CONCRETO HIDRAULICO

GANCHOS DE 180°									
No.	fy 6330			fy 5000			fy 4000		
	Radio inter. cm	A o G cm	J cm	Radio inter. cm	A o G cm	J cm	Radio inter. cm	A o G cm	J cm
f'c 250 fRc 0.8 fRs 0.9									
2.0	4.26	15.93	9.80	3.37	13.12	8.01	2.69	11.00	6.66
2.5	5.33	19.92	12.25	4.21	16.40	10.01	3.37	13.75	8.32
3.0	6.40	23.90	14.70	5.05	19.68	12.01	4.04	16.51	9.99
4.0	8.53	31.87	19.59	6.74	26.24	16.01	5.39	22.01	13.32
5.0	10.66	39.83	24.49	8.42	32.80	20.01	6.74	27.51	16.65
6.0	12.79	47.80	29.39	10.10	39.36	24.02	8.08	33.01	19.97
7.0	14.92	55.77	34.29	11.79	45.92	28.02	9.43	38.51	23.30
8.0	17.05	63.74	39.19	13.47	52.48	32.02	10.78	44.01	26.63
9.0	19.19	71.70	44.09	15.15	59.04	36.02	12.12	49.52	29.96
10.0	21.32	79.67	48.98	16.84	65.60	40.03	13.47	55.02	33.29
12.0	25.58	95.60	58.78	20.21	78.72	48.03	16.16	66.02	39.95
f'c 200 fRc 0.8 fRs 0.9									
2.0	4.77	17.51	10.80	3.77	14.37	8.80	3.01	12.00	7.29
2.5	5.96	21.89	13.50	4.71	17.96	11.00	3.77	15.00	9.12
3.0	7.15	26.27	16.20	5.65	21.55	13.20	4.52	18.00	10.94
4.0	9.53	35.03	21.61	7.53	28.74	17.60	6.02	24.01	14.59
5.0	11.92	43.79	27.01	9.41	35.42	22.00	7.53	30.01	18.24
6.0	14.30	52.54	32.41	11.30	43.11	26.40	9.04	36.01	21.88
7.0	16.68	61.30	37.81	13.18	50.29	30.80	10.54	42.01	25.53
8.0	19.07	70.06	43.21	15.06	57.47	35.20	12.05	48.01	29.18
9.0	21.45	78.82	48.61	16.94	64.66	39.60	13.55	54.01	32.82
10.0	23.83	87.57	54.02	18.83	71.84	44.00	15.06	60.01	36.47
12.0	28.60	105.09	64.82	22.59	86.21	52.80	18.07	72.02	43.76
f'c 150 fRc 0.8 fRs 0.9									
2.0	5.50	19.83	12.28	4.35	16.20	9.97	3.48	13.47	8.23
2.5	6.88	24.79	15.35	5.43	20.25	12.46	4.35	16.83	10.28
3.0	8.26	29.75	18.42	6.52	24.30	14.95	5.22	20.20	12.34
4.0	11.01	39.66	24.56	8.70	32.40	19.93	6.96	26.93	16.45
5.0	13.76	49.58	30.69	10.87	40.50	24.91	8.70	33.67	20.57
6.0	16.51	59.49	36.83	13.04	48.59	29.90	10.43	40.40	24.68
7.0	19.26	69.41	42.97	15.22	56.69	34.88	12.17	47.13	28.79
8.0	22.02	79.33	49.11	17.39	64.79	39.86	13.91	53.87	32.90
9.0	24.77	89.24	55.25	19.56	72.89	44.84	15.65	60.60	37.02
10.0	27.52	99.16	61.39	21.74	80.99	49.83	17.39	67.33	41.13
12.0	33.02	118.99	73.67	26.09	97.19	59.79	20.87	80.80	49.36
f'c 250 fRc 0.8 fRs 0.8									
2.0	3.79	14.45	8.85	2.99	11.94	7.26	2.39	10.06	6.06
2.5	4.74	18.06	11.06	3.74	14.93	9.07	2.99	12.58	7.57
3.0	5.68	21.67	13.27	4.49	17.92	10.89	3.59	15.09	9.09
4.0	7.58	28.89	17.70	5.99	23.89	14.51	4.79	20.13	12.12
5.0	9.47	36.11	22.12	7.48	29.86	18.14	5.99	25.16	15.15
6.0	11.37	43.34	26.55	8.98	35.83	21.77	7.18	30.19	18.18
7.0	13.26	50.56	30.97	10.48	41.80	25.40	8.38	35.22	21.21
8.0	15.16	57.78	35.40	11.97	47.78	29.03	9.58	40.25	24.24
9.0	17.05	65.01	39.82	13.47	53.75	32.66	10.78	45.28	27.27
10.0	18.95	72.23	44.25	14.97	59.72	36.28	11.97	50.32	30.30
12.0	22.74	86.67	53.10	17.96	71.66	43.54	14.37	60.38	36.36
f'c 200 fRc 0.8 fRs 0.8									
2.0	4.24	15.85	9.74	3.35	13.05	7.96	2.68	10.95	6.62
2.5	5.30	19.81	12.18	4.18	16.32	9.95	3.35	13.69	8.28
3.0	6.36	23.78	14.62	5.02	19.58	11.95	4.02	16.43	9.94
4.0	8.47	31.70	19.49	6.69	26.11	15.93	5.35	21.90	13.25
5.0	10.59	39.63	24.36	8.37	32.64	19.91	6.69	27.38	16.56
6.0	12.71	47.55	29.23	10.04	39.16	23.89	8.03	32.85	19.87
7.0	14.83	55.48	34.10	11.71	45.69	27.87	9.37	38.33	23.19
8.0	16.95	63.40	38.98	13.39	52.22	31.85	10.71	43.81	26.50
9.0	19.07	71.33	43.85	15.06	58.74	35.84	12.05	49.28	29.81
10.0	21.18	79.25	48.72	16.73	65.27	39.82	13.39	54.76	33.12
12.0	25.42	95.11	58.46	20.08	78.32	47.78	16.06	65.71	39.75

GANCHOS DE 180°									
No.	fy 6330			fy 5000			fy 4000		
	Radio inter. cm	A o G cm	J cm	Radio inter. cm	A o G cm	J cm	Radio inter. cm	A o G cm	J cm
f'c 150 fRc 0.8 fRs 0.8									
2.0	4.89	17.91	11.05	3.86	14.68	9.00	3.09	12.25	7.45
2.5	6.12	22.39	13.82	4.83	18.35	11.25	3.86	15.32	9.32
3.0	7.34	26.87	16.58	5.80	22.02	13.50	4.64	18.38	11.18
4.0	9.78	35.82	22.11	7.73	29.36	18.00	6.18	24.51	14.91
5.0	12.23	44.78	27.64	9.66	36.70	22.50	7.73	30.63	18.63
6.0	14.68	53.73	33.16	11.59	44.04	27.00	9.27	36.76	22.36
7.0	17.12	62.69	38.69	13.53	51.38	31.50	10.82	42.88	26.09
8.0	19.57	71.64	44.22	15.46	58.72	36.00	12.37	49.01	29.81
9.0	22.02	80.60	49.75	17.39	66.06	40.50	13.91	55.14	33.54
10.0	24.46	89.55	55.27	19.32	73.40	44.99	15.46	61.26	37.27
12.0	29.35	107.46	66.33	23.19	88.08	53.99	18.55	73.52	44.72
f'c 250 fRc 0.8 fRs 0.7									
2.0	3.32	12.96	7.90	2.62	10.77	6.51	2.10	9.12	5.46
2.5	4.14	16.20	9.88	3.27	13.46	8.14	2.62	11.40	6.83
3.0	4.97	19.44	11.85	3.93	16.15	9.76	3.14	13.68	8.19
4.0	6.63	25.91	15.80	5.24	21.54	13.02	4.19	18.25	10.92
5.0	8.29	32.39	19.75	6.55	26.92	16.27	5.24	22.81	13.65
6.0	9.95	38.87	23.71	7.86	32.31	19.53	6.29	27.37	16.38
7.0	11.61	45.35	27.66	9.17	37.69	22.78	7.33	31.93	19.11
8.0	13.26	51.83	31.61	10.48	43.07	26.03	8.38	36.49	21.84
9.0	14.92	58.31	35.56	11.79	48.46	29.29	9.43	41.05	24.57
10.0	16.58	64.79	39.51	13.10	53.84	32.54	10.48	45.61	27.30
12.0	19.90	77.74	47.41	15.72	64.61	39.05	12.57	54.74	32.76
f'c 200 fRc 0.8 fRs 0.7									
2.0	3.71	14.19	8.68	2.93	11.74	7.13	2.34	9.90	5.96
2.5	4.63	17.73	10.86	3.66	14.67	8.91	2.93	12.37	7.44
3.0	5.56	21.28	13.03	4.39	17.61	10.69	3.51	14.85	8.93
4.0	7.41	28.37	17.37	5.86	23.48	14.25	4.69	19.80	11.91
5.0	9.27	35.47	21.71	7.32	29.35	17.82	5.86	24.75	14.89
6.0	11.12	42.56	26.05	8.79	35.22	21.38	7.03	29.70	17.87
7.0	12.98	49.65	30.40	10.25	41.09	24.94	8.20	34.65	20.84
8.0	14.83	56.75	34.74	11.71	46.96	28.51	9.37	39.60	23.82
9.0	16.68	63.84	39.08	13.18	52.83	32.07	10.54	44.55	26.80
10.0	18.54	70.94	43.42	14.64	58.70	35.63	11.71	49.50	29.78
12.0	22.24	85.12	52.11	17.57	70.44	42.76	14.06	59.40	35.73
f'c 150 fRc 0.8 fRs 0.7									
2.0	4.28	15.99	9.83	3.38	13.16	8.03	2.71	11.04	6.68
2.5	5.35	19.99	12.29	4.23	16.45	10.04	3.38	13.80	8.35
3.0	6.42	23.98	14.75	5.07	19.74	12.05	4.06	16.56	10.02
4.0	8.56	31.98	19.66	6.76	26.33	16.07	5.41	22.08	13.36
5.0	10.70	39.97	24.58	8.45	32.91	20.08	6.76	27.60	16.70
6.0	12.84	47.97	29.50	10.14	39.49	24.10	8.12	33.12	20.04
7.0	14.98	55.96	34.41	11.83	46.07	28.11	9.47	38.63	23.38
8.0	17.12	63.96	39.33	13.53	52.65	32.13	10.82	44.15	26.72
9.0	19.26	71.95	44.24	15.22	59.23	36.15	12.17	49.67	30.06
10.0	21.40	79.94	49.16	16.91	65.82	40.16	13.53	55.19	33.40
12.0	25.69	95.93	58.99	20.29	78.98	48.20	16.23	66.23	40.08

DOBLECES EN EL ACERO ESTRUCTURAL PARA CONCRETO HIDRAULICO

GANCHOS DE 90°									
No.	fy 6330			fy 5000			fy 4000		
	Radio inter. cm	A o G cm	J cm	Radio inter. cm	A o G cm	J cm	Radio inter. cm	A o G cm	J cm
f'c 250 fRc 0.8 fRs 0.9									
2.0	4.26	14.32	11.88	3.37	12.91	10.99	2.69	11.85	10.31
2.5	5.33	17.90	14.85	4.21	16.14	13.73	3.37	14.81	12.89
3.0	6.40	21.48	17.83	5.05	19.36	16.48	4.04	17.78	15.47
4.0	8.53	28.63	23.77	6.74	25.82	21.98	5.39	23.70	20.63
5.0	10.66	35.79	29.71	8.42	32.27	27.47	6.74	29.63	25.79
6.0	12.79	42.95	35.65	10.10	38.73	32.96	8.08	35.56	30.94
7.0	14.92	50.11	41.59	11.79	45.18	38.46	9.43	41.48	36.10
8.0	17.05	57.27	47.53	13.47	51.64	43.95	10.78	47.41	41.26
9.0	19.19	64.43	53.48	15.15	58.09	49.44	12.12	53.33	46.41
10.0	21.32	71.58	59.42	16.84	64.55	54.94	13.47	59.26	51.57
12.0	25.58	85.90	71.30	20.21	77.46	65.93	16.16	71.11	61.88
f'c 200 fRc 0.8 fRs 0.9									
2.0	4.77	15.11	12.39	3.77	13.53	11.39	3.01	12.35	10.63
2.5	5.96	18.88	15.48	4.71	16.92	14.23	3.77	15.44	13.29
3.0	7.15	22.66	18.58	5.65	20.30	17.08	4.52	18.53	15.95
4.0	9.53	30.21	24.77	7.53	27.07	22.77	6.02	24.70	21.26
5.0	11.92	37.77	30.97	9.41	33.84	28.46	7.53	30.88	26.58
6.0	14.30	45.32	37.16	11.30	40.60	34.16	9.04	37.05	31.90
7.0	16.68	52.88	43.35	13.18	47.37	39.85	10.54	43.23	37.21
8.0	19.07	60.43	49.55	15.06	54.14	45.54	12.05	49.41	42.53
9.0	21.45	67.98	55.74	16.94	60.90	51.23	13.55	55.58	47.84
10.0	23.83	75.54	61.93	18.83	67.67	56.93	15.06	61.76	53.16
12.0	28.60	90.64	74.32	22.59	81.21	68.31	18.07	74.11	63.79
f'c 150 fRc 0.8 fRs 0.9									
2.0	5.50	16.27	13.12	4.35	14.45	11.97	3.48	13.08	11.10
2.5	6.88	20.33	16.40	5.43	18.06	14.96	4.35	16.35	13.87
3.0	8.26	24.40	19.69	6.52	21.67	17.95	5.22	19.62	16.65
4.0	11.01	32.53	26.25	8.70	28.90	23.94	6.96	26.17	22.20
5.0	13.76	40.66	32.81	10.87	36.12	29.92	8.70	32.71	27.75
6.0	16.51	48.80	39.37	13.04	43.35	35.90	10.43	39.25	33.29
7.0	19.26	56.93	45.93	15.22	50.57	41.89	12.17	45.79	38.84
8.0	22.02	65.06	52.50	17.39	57.80	47.87	13.91	52.33	44.39
9.0	24.77	73.20	59.06	19.56	65.02	53.85	15.65	58.87	49.94
10.0	27.52	81.33	65.62	21.74	72.25	59.84	17.39	65.42	55.49
12.0	33.02	97.59	78.74	26.09	86.69	71.81	20.87	78.50	66.59
f'c 250 fRc 0.8 fRs 0.8									
2.0	3.79	13.57	11.41	2.99	12.32	10.61	2.39	11.38	10.01
2.5	4.74	16.97	14.26	3.74	15.40	13.27	2.99	14.23	12.52
3.0	5.68	20.36	17.11	4.49	18.48	15.92	3.59	17.07	15.02
4.0	7.58	27.15	22.82	5.99	24.64	21.23	4.79	22.76	20.03
5.0	9.47	33.93	28.52	7.48	30.81	26.53	5.99	28.45	25.04
6.0	11.37	40.72	34.23	8.98	36.97	31.84	7.18	34.14	30.04
7.0	13.26	47.50	39.93	10.48	43.13	37.15	8.38	39.84	35.05
8.0	15.16	54.29	45.64	11.97	49.29	42.45	9.58	45.53	40.06
9.0	17.05	61.08	51.34	13.47	55.45	47.76	10.78	51.22	45.07
10.0	18.95	67.86	57.05	14.97	61.61	53.07	11.97	56.91	50.07
12.0	22.74	81.44	68.46	17.96	73.93	63.68	14.37	68.29	60.09
f'c 200 fRc 0.8 fRs 0.8									
2.0	4.24	14.28	11.86	3.35	12.88	10.97	2.68	11.83	10.30
2.5	5.30	17.84	14.82	4.18	16.10	13.71	3.35	14.78	12.87
3.0	6.36	21.41	17.79	5.02	19.32	16.45	4.02	17.74	15.45
4.0	8.47	28.55	23.71	6.69	25.75	21.93	5.35	23.65	20.59
5.0	10.59	35.69	29.64	8.37	32.19	27.42	6.69	29.56	25.74
6.0	12.71	42.83	35.57	10.04	38.63	32.90	8.03	35.48	30.89
7.0	14.83	49.96	41.50	11.71	45.07	38.38	9.37	41.39	36.04
8.0	16.95	57.10	47.43	13.39	51.51	43.87	10.71	47.30	41.19
9.0	19.07	64.24	53.36	15.06	57.95	49.35	12.05	53.22	46.34
10.0	21.18	71.38	59.28	16.73	64.39	54.83	13.39	59.13	51.49
12.0	25.42	85.65	71.14	20.08	77.26	65.80	16.06	70.95	61.78

GANCHOS DE 90°									
No.	fy 6330			fy 5000			fy 4000		
	Radio inter. cm	A o G cm	J cm	Radio inter. cm	A o G cm	J cm	Radio inter. cm	A o G cm	J cm
f'c 150 fRc 0.8 fRs 0.8									
2.0	4.89	15.31	12.51	3.86	13.69	11.48	3.09	12.48	10.71
2.5	6.12	19.13	15.64	4.83	17.11	14.36	3.86	15.60	13.39
3.0	7.34	22.96	18.77	5.80	20.54	17.23	4.64	18.71	16.07
4.0	9.78	30.61	25.02	7.73	27.38	22.97	6.18	24.95	21.42
5.0	12.23	38.26	31.28	9.66	34.23	28.71	7.73	31.19	26.78
6.0	14.68	45.92	37.54	11.59	41.07	34.45	9.27	37.43	32.13
7.0	17.12	53.57	43.79	13.53	47.92	40.20	10.82	43.67	37.49
8.0	19.57	61.22	50.05	15.46	54.76	45.94	12.37	49.91	42.85
9.0	22.02	68.87	56.31	17.39	61.61	51.68	13.91	56.14	48.20
10.0	24.46	76.53	62.56	19.32	68.45	57.42	15.46	62.38	53.56
12.0	29.35	91.83	75.07	23.19	82.14	68.91	18.55	74.86	64.27
f'c 250 fRc 0.8 fRs 0.7									
2.0	3.32	12.83	10.94	2.62	11.73	10.24	2.10	10.91	9.72
2.5	4.14	16.04	13.67	3.27	14.67	12.80	2.62	13.64	12.14
3.0	4.97	19.24	16.40	3.93	17.60	15.36	3.14	16.37	14.57
4.0	6.63	25.66	21.87	5.24	23.47	20.48	4.19	21.82	19.43
5.0	8.29	32.07	27.34	6.55	29.34	25.60	5.24	27.28	24.29
6.0	9.95	38.49	32.81	7.86	35.20	30.72	6.29	32.73	29.15
7.0	11.61	44.90	38.28	9.17	41.07	35.84	7.33	38.19	34.00
8.0	13.26	51.31	43.74	10.48	46.94	40.96	8.38	43.65	38.86
9.0	14.92	57.73	49.21	11.79	52.80	46.08	9.43	49.10	43.72
10.0	16.58	64.14	54.68	13.10	58.67	51.20	10.48	54.56	48.58
12.0	19.90	76.97	65.62	15.72	70.41	61.44	12.57	65.47	58.29
f'c 200 fRc 0.8 fRs 0.7									
2.0	3.71	13.44	11.33	2.93	12.22	10.55	2.34	11.30	9.96
2.5	4.63	16.80	14.16	3.66	15.27	13.19	2.93	14.12	12.45
3.0	5.56	20.17	16.99	4.39	18.33	15.82	3.51	16.95	14.94
4.0	7.41	26.89	22.65	5.86	24.44	21.10	4.69	22.60	19.93
5.0	9.27	33.61	28.32	7.32	30.55	26.37	5.86	28.25	24.91
6.0	11.12	40.33	33.98	8.79	36.66	31.65	7.03	33.90	29.89
7.0	12.98	47.05	39.65	10.25	42.77	36.92	8.20	39.55	34.87
8.0	14.83	53.77	45.31	11.71	48.88	42.19	9.37	45.20	39.85
9.0	16.68	60.50	50.97	13.18	54.99	47.47	10.54	50.85	44.83
10.0	18.54	67.22	56.64	14.64	61.10	52.74	11.71	56.50	49.81
12.0	22.24	80.66	67.96	17.57	73.32	63.29	14.06	67.80	59.78
f'c 150 fRc 0.8 fRs 0.7									
2.0	4.28	14.34	11.90	3.38	12.93	11.00	2.71	11.87	10.33
2.5	5.35	17.93	14.88	4.23	16.16	13.75	3.38	14.84	12.91
3.0	6.42	21.52	17.85	5.07	19.40	16.50	4.06	17.80	15.49
4.0	8.56	28.69	23.80	6.76	25.86	22.00	5.41	23.74	20.65
5.0	10.70	35.86	29.75	8.45	32.33	27.50	6.76	29.67	25.81
6.0	12.84	43.03	35.70	10.14	38.79	33.00	8.12	35.61	30.98
7.0	14.98	50.21	41.65	11.83	45.26	38.50	9.47	41.54	36.14
8.0	17.12	57.38	47.60	13.53	51.73	44.01	10.82	47.48	41.30
9.0	19.26	64.55	53.55	15.22	58.19	49.51	12.17	53.41	46.46
10.0	21.40	71.72	59.50	16.91	64.66	55.01	13.53	59.35	51.63
12.0	25.69	86.07	71.41	20.29	77.59	66.01	16.23	71.22	61.95

SISTEMA DE ACEROS PARA TABLEROS DE CONCRETO

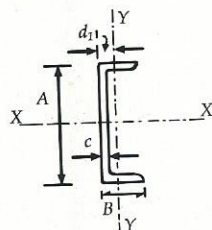
LAMINAS DE ACERO CARBON

Habilitado, armado, montaje y colocación de fierro estructural corrugado para armado de concreto - rendimiento por cuadrilla - no incluye acarreo del material desde el taller de habilitado al lugar de colocación

Fs en kg/cm ²	No.	Pulg.	Peso Kg/m	Jornada = 8 horas		Jornada = 6.5 horas	
				Rendimiento Kg/l	Rendimiento / Kg	Rendimiento Kg/l	Rendimiento / Kg
2000	2	1/4	0.251	200.0000	4.0000	176.0000	5.6818
2000	2.5	5/16	0.384	203.7406	4.9324	176.4312	5.6044
2000	3	3/8	0.557	203.9753	4.9025	182.3065	5.5702
2000	4	1/2	0.996	207.1085	4.8263	185.8768	5.4552
2000	5	5/8	1.560	211.1338	4.7363	185.8768	5.2669
2000	6	3/4	2.250	216.0584	4.6263	180.2454	5.1227
2000	7	7/8	3.034	221.6539	4.5115	195.2091	4.9709
2000	8	1	3.975	228.3699	4.3738	201.1669	4.8108
2000	9	1 1/8	5.033	235.9210	4.2387	207.8654	4.6422
2000	10	1 1/4	6.225	244.4284	4.0911	215.4123	4.4961
2000	12	1 1/2	8.938	263.7914	3.7908	232.5891	4.2994
3000	2	1/4	0.251	190.0000	5.2631	167.2000	5.9808
3000	2.5	5/16	0.384	192.6522	5.1907	169.5428	5.8987
3000	3	3/8	0.557	193.8471	5.1587	170.5962	5.8617
3000	4	1/2	0.996	196.8792	5.0792	173.2766	5.7711
3000	5	5/8	1.560	200.7747	4.9807	176.7176	5.6587
3000	6	3/4	2.250	205.5404	4.8652	180.9274	5.5270
3000	7	7/8	3.034	210.9554	4.7403	185.7106	5.3847
3000	8	1	3.975	217.4543	4.5986	191.4517	5.2232
3000	9	1 1/8	5.033	224.7892	4.4491	197.9066	5.0528
3000	10	1 1/4	6.225	233.0952	4.3119	205.1791	4.8737
3000	12	1 1/2	8.938	251.7336	3.9724	221.7313	4.5099
4000	2	1/4	0.251	180.5000	5.5401	158.6500	6.3031
4000	2.5	5/16	0.384	183.1095	5.4638	161.0656	6.2086
4000	3	3/8	0.557	184.1547	5.4302	162.0682	6.1702
4000	4	1/2	0.996	187.0352	5.3465	164.6127	6.0748
4000	5	5/8	1.560	190.7632	5.2426	167.8817	5.9565
4000	6	3/4	2.250	195.2033	5.1252	171.8810	5.8179
4000	7	7/8	3.034	200.4076	4.9932	176.4250	5.6881
4000	8	1	3.975	206.5820	4.8606	181.0112	5.4961
4000	9	1 1/8	5.033	213.5240	4.6833	188.0112	5.3168
4000	10	1 1/4	6.225	221.3454	4.5178	194.9201	5.1203
4000	12	1 1/2	8.938	239.1469	4.1815	210.6447	4.7473

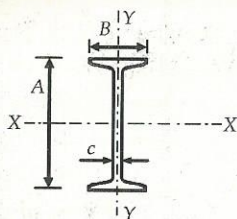
ESPESOR			PESOS		
Calibre No.	en milímetros	en Milésimas de pulg.	Onzas por pie ²	Kg. por metro ²	Libras por pie ²
3	6.072	239.1	160	48.824	10.000
4	5.695	224.2	150	45.772	9.375
5	5.314	209.2	140	42.721	8.750
6	4.935	194.3	130	39.669	8.125
7	4.554	179.3	120	36.618	7.500
8	4.176	164.4	110	33.566	6.875
9	3.797	149.5	100	30.515	6.250
10	3.416	134.5	90	27.483	5.625
11	3.038	119.6	80	24.412	5.000
12	2.657	104.6	70	21.360	4.375
13	2.278	89.7	60	18.309	3.750
14	1.897	74.7	50	14.250	3.125
15	1.709	67.3	45	13.732	2.812
16	1.519	59.8	40	12.206	2.500
17	1.366	53.8	36	10.985	2.250
18	1.214	47.8	32	9.765	2.000
19	1.062	41.8	28	8.544	1.750
20	0.912	35.9	24	7.324	1.500
21	0.836	32.9	22	6.713	1.375
22	0.759	29.9	20	6.103	1.250
23	0.683	26.9	18	5.493	1.125
24	0.607	23.9	6	4.882	1.000
25	0.531	20.9	14	4.272	0.875
26	0.455	17.9	12	3.662	0.750
27	0.416	16.4	11	3.357	0.687
28	0.378	14.9	10	3.051	0.625
29	0.343	13.5	9	2.746	0.562
30	0.305	12.0	8	2.441	0.500
31	0.267	10.5	7	2.136	0.437
32	0.246	9.7	6.5	1.984	0.406

MEDIDAS		1"	7/8"	3/4"	5/8"	1/2"	3/8"	5/16"	1/4"	3/16"
Pies	Metros	25.4 mm.	22.2 mm.	19.1 mm.	15.9 mm.	12.7 mm.	9.5 mm.	7.9 mm.	6.4 mm.	4.8 mm.
3' x 6'	.914 x 1.83	333	291	250	208	167	125	104	83	62
3' x 8'	.914 x 2.44	444	389	333	278	222	167	139	111	83
3' x 10'	.914 x 3.05	555	486	416	347	278	208	173	139	104
4' x 8'	1.22 x 2.44	592	518	444	370	296	222	185	148	111
4' x 10'	1.22 x 3.05	740	648	555	463	370	278	231	185	139
4' x 12'	1.22 x 3.66	888	777	666	555	444	333	278	222	167
5' x 10'	1.52 x 3.05	925	810	694	578	463	347	289	231	174
5' x 15'	1.52 x 4.57	1388	1214	1041	867	694	520	434	347	260
5' x 20'	1.52 x 6.10	1850	1619	1388	1157	925	694	578	463	347
6' x 12'	1.83 x 3.66	1332	1166	999	833	666	500	416	333	
6' x 18'	1.83 x 5.49	1998	1749	1499	1249	999	749	625	500	
6' x 20'	1.83 x 6.10	2220	1943	1665	1388	1110	833	694	555	
kilos por m ²		199.18	174.38	149.38	124.49	99.59	74.69	62.24	49.79	37.35
Kilos por pié ²		18.504	16.191	13.878	11.565	9.252	6.939	5.783	4.626	3.470



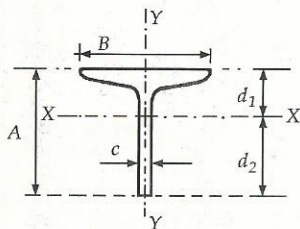
PROPIEDADES DE CANALES

DIMENSIONES				PESO	Superficie	EJE X-X			EJE Y-Y			Distancia d ₁
A	A	B	C			I	r	S	I	r	S	
mm	Pulg.	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³	cm ⁴	cm	cm ³	mm
76.2	3	35.8	4.3	6.10	7.68	68.1	2.97	17.9	8.3	1.04	3.4	11.18
101.6	4	40.1	4.6	8.04	10.00	157.9	3.97	31.1	13.3	1.15	4.7	11.68
152.4	6	48.8	5.1	12.20	15.35	541.0	5.94	71.0	29.1	1.38	8.2	13.21
152.4	6	57.9	14.3	23.07	29.42	812.9	5.26	106.7	53.3	1.35	12.1	13.97
203.2	8	57.4	5.6	17.11	21.61	1344.5	7.89	132.3	55.4	1.60	13.0	14.73
203.2	8	66.5	14.8	31.62	40.32	1988.1	7.02	195.7	93.7	1.52	18.2	14.99
254.0	10	66.0	6.1	22.77	28.77	2783.8	9.84	219.2	95.7	1.82	19.2	16.26
254.0	10	80.8	20.9	52.09	66.39	4807.1	8.51	378.5	194.0	1.71	30.7	17.53
304.8	12	74.7	7.1	30.81	38.90	5332.4	11.70	349.9	162.7	2.05	28.6	17.78
304.8	12	86.9	19.2	59.53	75.87	8197.4	10.40	537.9	276.0	1.91	40.2	18.29



PROPIEDADES DE LAS VIGAS

DIMENSIONES				PESO	Superficie	EJE X-X			EJE Y-Y		
A	A	B	C			I	r	S	I	r	S
mm	Pulg.	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³	cm ⁴	cm	cm ³
76.2	3	59.2	4.3	8.48	10.52	103.3	3.12	27.1	19.1	1.35	6.5
101.6	4	67.6	4.8	11.46	14.26	248.3	4.17	48.9	32.1	1.50	9.5
127.0	5	76.2	5.3	14.88	18.52	503.3	5.21	79.3	51.2	1.65	13.4
152.4	6	84.6	5.8	18.60	23.29	906.8	6.25	119.0	77.0	1.83	18.2
177.8	7	93.0	6.4	22.77	28.52	1507.9	7.26	169.6	111.1	1.98	23.9
203.2	8	101.6	6.9	27.38	34.39	2367.2	8.31	233.0	157.3	2.13	31.0
228.6	9	110.0	7.4	32.44	40.71	3534.8	9.32	309.3	214.8	2.29	39.1
254.0	10	118.4	7.9	37.80	47.55	5082.0	10.34	400.2	286.8	2.46	48.4
304.8	12	127.0	8.9	47.32	59.74	8982.9	12.27	589.4	395.4	2.57	62.3
304.8	12	133.4	11.7	60.72	76.39	11193.7	12.12	734.5	574.8	2.74	86.2
381.0	15	139.7	10.4	63.84	80.52	18387.3	15.11	965.2	608.5	2.75	87.1
381.0	15	143.3	13.9	74.41	94.13	20024.9	14.57	1052.0	665.9	2.67	93.4
381.0	15	152.4	15.0	90.48	114.00	25348.6	14.91	1330.6	1080.5	3.07	141.8



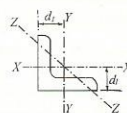
PROPIEDADES DE MEDIAS VIGAS

DIMENSIONES				PESO	Superficie	EJE X-X			EJE Y-Y			d ₂	d ₁
A	A	B	C			I	r	S	I	r	S		
mm	Pulg.	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³	cm ⁴	cm	cm ³	cm	cm
38.1	1-1/2	59.2	4.3	4.24	5.26	4.99	0.97	1.67	9.55	1.35	3.25	2.98	0.83
50.8	2	67.6	4.8	5.73	7.13	12.97	1.35	3.28	16.05	1.50	4.75	3.95	1.03
63.5	2-1/2	76.2	5.3	7.44	9.26	27.52	1.72	5.59	25.60	1.65	6.70	4.92	1.43
76.2	3	84.6	5.8	9.30	11.65	51.94	2.11	8.85	38.50	1.83	9.10	5.87	1.75
88.9	3-1/2	93.0	6.4	11.39	14.26	92.62	2.55	13.60	55.55	1.98	11.95	6.81	2.08
101.6	4	101.6	6.9	13.69	17.20	147.82	2.93	19.05	78.65	2.13	15.50	7.76	2.40
114.3	4-1/2	110.0	7.4	16.22	20.36	222.89	3.31	25.59	107.40	2.29	19.55	8.71	2.72
127.0	5	118.4	7.9	18.90	23.78	326.61	3.70	33.85	143.40	2.46	24.20	9.65	3.05
152.4	6	127.0	8.9	23.66	29.87	616.46	4.54	54.12	197.70	2.57	31.15	11.39	3.85
152.4	6	133.4	11.7	30.36	38.20	779.50	4.52	69.41	287.40	2.74	43.10	11.23	4.01
190.5	7-1/2	139.7	10.4	31.92	40.26	1359.10	5.81	97.43	304.25	2.75	43.55	13.95	5.10
190.5	7-1/2	143.3	13.9	37.21	47.07	1673.58	5.96	125.74	332.95	2.67	46.70	13.31	5.74
190.5	7-1/2	152.4	15.0	45.24	57.00	1897.88	5.77	138.03	540.25	3.07	70.90	13.75	5.30

PROPIEDADES DEL PERFIL ANGULAR DE LADOS DIFERENTES



DIMENSIONES	PESO	Superficie	EJE X-X				EJE Y-Y				EJE Z-Z	
			l	r	S	d ₁	I	r	S	d ₂	r-min	cm
mm	Pulg.	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³	cm	cm ⁴	cm	cm ³	cm		
152.4 x 101.6 x 22.2	6 x 4 x 7/8	51.48	405.83	2.80	55.55	2.84	1154.2	4.73	117.17	5.38	2.18	
152.4 x 101.6 x 19.0	6 x 4 x 3/4	44.77	361.29	2.84	48.67	2.74	1020.2	4.77	102.42	5.28	2.18	
152.4 x 101.6 x 15.9	6 x 4 x 5/8	37.81	313.00	2.88	41.62	2.62	877.0	4.82	87.02	5.16	2.18	
152.4 x 101.6 x 12.7	6 x 4 x 1/2	30.65	260.97	2.92	34.08	2.51	723.8	4.86	70.96	5.05	2.21	
152.4 x 101.6 x 11.1	6 x 4 x 7/16	26.97	233.09	2.94	30.31	2.44	643.5	4.88	62.76	4.98	2.21	
152.4 x 101.6 x 9.5	6 x 4 x 3/8	23.29	203.95	2.96	26.22	2.39	560.6	4.91	54.40	4.93	2.23	
152.4 x 101.6 x 7.9	6 x 4 x 5/16	19.44	173.08	2.98	22.10	2.33	472.7	4.93	45.58	4.87	2.24	
101.6 x 76.2 x 19.0	4 x 3 x 3/4	30.26	136.52	2.12	25.73	2.34	288.4	3.09	43.91	3.60	1.62	
101.6 x 76.2 x 15.9	4 x 3 x 5/8	25.67	119.46	2.15	22.13	2.21	251.0	3.12	37.69	3.48	1.62	
101.6 x 76.2 x 12.7	4 x 3 x 1/2	20.96	100.74	2.19	18.36	2.11	210.2	3.16	30.97	3.38	1.62	
101.6 x 76.2 x 11.1	4 x 3 x 7/16	14.58	90.74	2.21	16.22	2.03	188.1	3.18	27.53	3.30	1.62	
101.6 x 76.2 x 9.5	4 x 3 x 3/8	12.65	79.91	2.23	14.26	1.98	164.8	3.20	23.93	3.25	1.62	
101.6 x 76.2 x 7.9	4 x 3 x 5/16	10.72	68.68	2.25	11.96	1.93	140.7	3.23	20.16	3.20	1.65	
101.6 x 76.2 x 6.3	4 x 3 x 1/4	8.63	56.60	2.26	9.93	1.88	115.3	3.25	16.39	3.15	1.65	

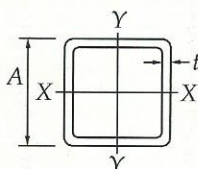


PROPIEDADES DEL PERFIL ANGULAR
LADOS IGUALES

DIMENSIONES		PESO	Superficie	EJE X-X y EJE Y-Y				EJE Z-Z	
				l	r	S	d ₁	r-min	
mm	Pulg.	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³	cm	cm	cm
19.0 x 3.2	3/4 x 1/8	0.88	1.11	0.37	0.58	0.28	0.58	0.38	
19.0 x 4.8	3/4 x 3/16	1.25	1.59	0.50	0.56	0.39	0.66	0.38	
22.2 x 3.2	7/8 x 1/8	1.04	1.32	0.58	0.66	0.38	0.66	0.48	
22.2 x 4.8	7/8 x 3/16	1.49	1.90	0.79	0.66	0.54	0.74	0.46	
25.4 x 3.2	1 x 1/8	1.19	1.52	0.92	0.79	0.51	0.76	0.51	
25.4 x 4.8	1 x 3/16	1.73	2.21	1.25	0.76	0.72	0.81	0.48	
25.4 x 6.3	1 x 1/4	2.22	2.80	1.54	0.74	0.92	0.86	0.48	
31.7 x 3.2	1 1/4 x 1/8	1.50	1.93	1.83	0.97	0.80	0.89	0.64	
31.7 x 4.8	1 1/4 x 3/16	2.20	2.81	2.54	0.97	1.16	0.97	0.61	
31.7 x 6.3	1 1/4 x 1/4	2.86	3.72	3.21	0.94	1.49	1.02	0.61	
38.1 x 3.2	1 1/2 x 1/8	1.83	2.34	3.25	1.17	1.18	1.07	0.76	
38.1 x 4.8	1 1/2 x 3/16	2.68	3.43	4.58	1.17	1.64	1.12	0.74	
38.1 x 6.3	1 1/2 x 1/4	3.48	4.40	5.83	1.14	2.20	1.19	0.74	
38.1 x 7.9	1 1/2 x 5/16	4.26	5.40	6.66	1.12	2.62	1.24	0.74	
38.1 x 9.5	1 1/2 x 3/8	4.99	6.34	7.91	1.12	3.11	1.30	0.74	
44.4 x 3.2	1 3/4 x 1/8	2.14	2.74	5.41	1.40	1.64	1.22	0.89	
44.4 x 4.8	1 3/4 x 3/16	3.15	4.03	7.49	1.37	2.29	1.30	0.89	
44.4 x 6.3	1 3/4 x 1/4	4.12	5.20	9.57	1.35	3.11	1.35	0.86	
44.4 x 7.9	1 3/4 x 5/16	5.04	6.39	11.24	1.32	3.77	1.40	0.86	
50.8 x 3.2	2 x 1/8	2.46	3.10	7.91	1.60	2.13	1.40	1.02	
50.8 x 4.8	2 x 3/16	3.63	4.61	11.45	1.57	3.11	1.45	1.02	
50.8 x 6.3	2 x 1/4	4.75	6.06	14.57	1.55	4.10	1.50	0.99	
50.8 x 7.9	2 x 5/16	5.83	7.42	17.46	1.52	4.92	1.55	0.99	
50.8 x 9.5	2 x 3/8	6.99	8.77	19.98	1.50	5.74	1.63	0.99	
63.5 x 4.8	2 1/2 x 3/16	4.61	5.81	22.89	1.98	4.92	1.75	1.24	
63.5 x 6.3	2 1/2 x 1/4	6.10	7.68	29.14	1.96	6.39	1.83	1.24	
63.5 x 7.9	2 1/2 x 5/16	7.44	9.48	35.38	1.93	7.87	1.88	1.22	
63.5 x 9.5	2 1/2 x 3/8	8.78	11.16	40.79	1.91	9.34	1.93	1.22	
76.2 x 6.3	3 x 1/4	7.29	9.29	51.69	2.36	9.5	2.13	1.59	
76.2 x 7.9	3 x 5/16	9.08	11.48	62.9	2.34	11.6	2.21	1.50	
76.2 x 9.5	3 x 3/8	10.72	13.61	73.3	2.31	13.6	2.26	1.47	
76.2 x 11.1	3 x 7/16	12.35	15.68	82.8	2.31	15.6	2.31	1.47	
76.2 x 12.7	3 x 1/2	13.99	17.74	92.4	2.29	17.5	2.36	1.47	
76.2 x 15.9	3 x 5/8	17.11	21.68	109.1	2.24	21.3	2.49	1.45	
101.6 x 6.3	4 x 1/4	9.82	12.52	124.9	3.18	17.2	2.77	2.01	
101.6 x 7.9	4 x 5/16	12.20	15.48	154.4	3.15	21.1	2.84	2.01	
101.6 x 9.5	4 x 3/8	14.58	18.45	181.5	3.12	24.9	2.89	2.01	
101.6 x 11.1	4 x 7/16	16.82	21.35	206.9	3.12	28.7	2.94	1.98	
101.6 x 12.7	4 x 1/2	19.05	24.19	231.4	3.10	32.3	2.99	1.98	
101.6 x 15.9	4 x 5/8	23.36	29.74	277.2	3.05	39.3	3.12	1.95	
101.6 x 19.0	4 x 3/4	27.53	35.10	318.8	3.02	46.0	3.22	1.95	
127.0 x 9.5	5 x 3/8	18.30	23.29	363.8	3.96	39.7	3.53	2.51	
127.0 x 11.1	5 x 7/16	21.28	26.97	417.1	3.94	45.7	3.58	2.49	
127.0 x 12.7	5 x 1/2	24.11	30.65	468.3	3.91	51.6	3.63	2.49	
127.0 x 15.9	5 x 5/8	29.76	37.81	565.3	3.86	63.3	3.76	2.46	
127.0 x 19.0	5 x 3/4	35.12	44.77	655.2	3.81	74.2	3.86	2.46	
152.4 x 9.5	6 x 3/8	22.17	28.13	640.6	4.78	57.8	4.16	3.02	
152.4 x 11.1	6 x 7/16	25.60	32.65	735.9	4.75	66.7	4.22	3.02	
152.4 x 12.7	6 x 1/2	29.17	37.10	828.7	4.72	75.5	4.27	3.00	
152.4 x 14.3	6 x 9/16	32.59	41.48	918.6	4.70	84.2	4.34	3.00	
152.4 x 15.9	6 x 5/8	36.01	45.87	1005.6	4.67	92.8	4.39	3.00	
152.4 x 19.0	6 x 3/4	42.71	54.45	1171.7	4.65	109.1	4.52	2.97	
152.4 x 22.2	6 x 7/8	49.26	62.77	1328.6	4.60	125.0	4.62	2.97	
152.4 x 25.4	6 x 1	55.66	70.97	1476.0	4.57	140.4	4.72	2.95	

PROPIEDADES DEL TUBO ESTRUCTURAL DE ACERO

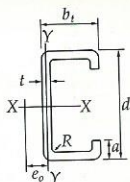
Diámetro x espesor		Diámetro Nominal	Diámetro Interior	Peso	Area	Ejes XX y YY		
*mm redondeados						I	S	r
mm" x mm	pulg. x pulg.	pulg.	mm	kg/m	cm²	cm⁴	cm³	cm
21 x 2.77	0.84 x 0.110	1/2	15.76	1.27	1.81	0.71	0.66	0.66
21 x 3.73	0.84 x 0.147	1/2	13.84	1.62	2.06	0.83	0.78	0.64
27 x 2.87	1.05 x 0.113	3/4	20.96	1.69	2.15	1.55	1.16	0.85
27 x 3.91	1.05 x 0.154	3/4	18.88	2.20	2.80	1.87	1.40	0.82
33 x 3.38	1.315 x 0.133	1	26.64	2.50	3.19	3.64	2.18	1.07
33 x 4.55	1.315 x 0.179	1	24.30	3.24	4.12	4.40	2.63	1.03
42 x 3.56	1.66 x 0.140	1 1/4	35.08	3.39	4.32	8.13	3.85	1.37
42 x 4.85	1.66 x 0.191	1 1/4	32.50	4.47	5.69	10.09	4.78	1.33
48 x 3.68	1.90 x 0.145	1 1/2	40.94	4.05	5.16	12.93	5.35	1.58
48 x 5.08	1.90 x 0.200	1 1/2	38.14	5.41	6.90	16.33	6.76	1.54
60 x 3.91	2.375 x 0.154	2	52.48	5.44	6.93	27.66	9.18	2.00
60 x 5.54	2.375 x 0.218	2	49.22	7.48	9.53	36.09	11.97	1.95
73 x 5.16	2.875 x 0.203	2 1/2	62.68	8.63	11.00	63.63	17.43	2.41
73 x 7.01	2.875 x 0.276	2 1/2	58.98	11.41	14.53	80.00	21.92	2.35
168 x 7.11	6.63 x 0.280	6	154.08	28.26	36.00	1,171.63	139.23	5.70
168 x 14.27	6.63 x 0.562	6	139.76	54.21	69.05	2,065.43	245.45	5.47
273 x 6.35	10.75 x 0.250	10	260.40	41.77	53.21	4,735.77	346.82	9.43
273 x 9.27	10.75 x 0.365	10	254.56	60.31	76.83	6,693.37	490.18	9.33
273 x 12.70	10.75 x 0.500	10	247.70	81.56	103.89	8,827.05	646.43	9.22
356 x 6.35	14 x 0.250	14	342.90	54.69	69.67	10,626.30	597.66	12.35
356 x 12.70	14 x 0.500	14	330.20	107.40	136.81	20,135.50	1,132.48	12.13
406 x 6.35	16 x 0.250	16	393.70	62.65	79.81	15,969.60	785.90	14.15
406 x 9.53	16 x 0.375	16	387.34	93.27	118.82	23,407.20	1,151.93	14.04
406 x 12.70	16 x 0.500	16	381.00	123.31	157.08	30,465.70	1,499.30	13.93
508 x 6.35	20 x 0.250	20	495.30	78.56	100.07	31,485.00	1,239.57	17.74
508 x 9.53	20 x 0.375	20	488.94	117.15	149.24	46,369.30	1,825.56	17.63
508 x 12.70	20 x 0.500	20	482.60	155.13	197.62	60,639.40	2,387.38	17.52
762 x 6.35	30 x 0.250	30	794.30	118.34	150.75	107,602.64	2,824.25	26.72
762 x 12.70	30 x 0.500	30	736.60	234.68	298.96	209,870.86	5,508.48	26.50
762 x 15.88	30 x 0.625	30	730.24	292.20	372.23	259,137.17	6,801.57	26.39
914 x 7.92	36 x 0.312	36	898.16	176.97	225.45	231,373.96	5,062.94	32.04
914 x 12.70	36 x 0.500	36	888.60	282.29	359.60	365,219.98	7,991.77	31.87
1,219 x 9.53	48 x 0.375	48	1,199.94	284.25	363.11	66,158.02	10,864.07	42.76
1,219 x 19.05	48 x 0.750	48	1,180.90	563.74	718.14	1,292,856.59	21,211.97	42.43
1,219 x 22.23	48 x 0.875	48	1,174.54	656.10	835.80	146,848.48	24,558.88	42.32



PROPIEDADES DEL TUBO CUADRADO

Tamaño (A) y espesor (t)		Peso		Area	Ejes XX y YY		
mm x mm	pulg. x pulg.	kg/m	lb/pie		I	S	r
				cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
51 x 2.8	2 x 0.110	4.00	2.69	5.11	19.04	7.49	1.93
51 x 3.2	2 x 0.125	4.54	3.05	5.79	21.40	8.42	1.92
51 x 4.8	2 x 0.188	6.43	4.32	8.19	27.80	10.95	1.84
51 x 6.4	2 x 0.250	8.05	5.41	10.26	31.88	12.55	1.76
64 x 3.2	2.5 x 0.125	5.84	3.92	7.40	44.07	13.88	2.44
64 x 4.8	2.5 x 0.188	8.32	5.59	10.58	59.10	18.68	2.36
64 x 6.4	2.5 x 0.250	10.58	7.11	13.48	70.34	22.12	2.28
76 x 3.2	3 x 0.125	7.12	4.78	9.01	78.93	20.71	2.95
76 x 4.8	3 x 0.188	10.20	6.85	13.00	108.00	28.30	2.90
76 x 6.4	3 x 0.250	13.11	8.81	16.71	131.53	34.41	2.79
89 x 3.2	3.5 x 0.125	8.39	5.64	10.62	128.53	28.91	3.47
89 x 4.8	3.5 x 0.188	12.10	8.13	15.40	179.00	40.10	3.40
102 x 4.8	4 x 0.188	14.02	9.42	17.87	274.30	54.08	3.91
102 x 9.5	4 x 0.375	25.70	17.27	32.77	445.37	87.67	3.68
127 x 4.8	5 x 0.188	17.81	11.97	22.71	557.75	87.93	4.95
127 x 9.5	5 x 0.375	33.29	22.37	42.45	949.00	149.29	4.72
152 x 4.8	6 x 0.188	21.62	14.53	27.55	990.63	129.95	5.99
152 x 12.7	6 x 0.500	52.44	35.24	67.10	2,101.97	275.30	5.61
178 x 7.9	7 x 0.313	41.06	27.59	52.32	2,476.58	278.58	6.88
178 x 12.7	7 x 0.500	62.58	42.05	80.00	3,251.32	396.57	6.65
203 x 9.5	8 x 0.375	56.10	37.69	71.61	4,412.10	432.62	7.85
203 x 15.8	8 x 0.625	88.28	59.28	112.28	6,368.34	627.62	7.52
254 x 6.4	10 x 0.250	48.56	32.63	61.87	6,285	493.25	10.1
254 x 12.7	10 x 0.500	92.95	62.46	118.71	11,280	881.18	9.75
305 x 12.7	12 x 0.500	113.20	76.07	144.52	20,187	1,325.71	11.84
356 x 12.7	14 x 0.500	133.46	89.68	170.32	32,924	1,851.74	13.92
406 x 9.5	16 x 0.375	116.85	78.52	149.00	38,751	1,900.9	16.13
406 x 12.7	16 x 0.500	153.73	103.30	196.13	44,948	2,458	15.98

PROPIEDADES DEL TUBO PERFIL C FORMADO EN FRIO



Designación A x cal. *mm redondeados	Peso	Area	Peralte d	Espesor t	Patín bf	a	R	Eje X-X			Eje Y-Y			e ₀
								I	S	r	I	S	r	
								cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	
mm x cal.	pulg x cal.	cm ²	kg/m	mm	mm	mm	mm							cm
76 x 16	3 x 16	2.15	2.77	76.2	1.52	44.5	12.7	25.94	6.81	3.09	7.22	2.55	1.63	2.21
76 x 12	3 x 12	3.77	4.78	76.2	2.66	44.5	17.8	42.31	11.10	2.98	12.25	4.54	1.60	2.38
102 x 16	4 x 16	2.61	3.30	101.6	1.52	50.8	12.7	55.21	10.87	4.06	11.15	3.28	1.84	2.39
102 x 12	4 x 12	4.57	5.79	101.6	2.66	50.8	17.8	92.18	18.15	3.99	19.37	5.92	1.83	2.53
127 x 14	5 x 14	3.69	4.67	127.0	1.90	50.8	15.2	116.10	18.28	4.99	15.79	4.51	1.84	2.31
127 x 12	5 x 12	5.11	6.46	127.0	2.66	50.8	17.8	156.19	24.60	5.92	21.32	6.19	1.82	2.38
178 x 16	7 x 16	4.04	5.11	177.8	1.52	69.9	15.2	253.23	28.48	7.04	31.60	6.33	2.49	3.00
178 x 12	7 x 12	7.08	8.96	177.8	2.66	69.9	20.3	433.37	48.75	6.95	55.83	11.48	2.50	3.15
203 x 16	8 x 16	4.50	5.69	203.2	1.52	76.2	15.2	364.86	35.91	8.01	40.80	7.37	2.68	3.18
203 x 14	8 x 14	5.67	7.18	203.2	1.90	76.2	17.8	458.63	45.14	7.99	52.83	9.68	2.71	3.25
229 x 16	9 x 16	4.96	6.27	228.6	1.52	82.6	15.2	505.05	44.19	8.97	51.69	8.51	2.87	3.38
229 x 12	9 x 12	8.68	10.99	228.6	2.66	82.6	20.3	870.54	76.16	8.90	91.84	15.44	2.89	3.53
254 x 14	10 x 14	6.82	8.63	254.0	1.90	88.9	17.8	850.22	66.95	9.93	82.83	12.67	3.10	3.63
254 x 10	10 x 10	12.37	15.65	254.0	3.42	88.9	25.4	1514.78	119.27	9.84	155.00	24.44	3.15	3.82
305 x 12	12 x 12	10.66	13.49	304.8	2.66	88.9	22.9	1820.11	119.43	11.61	126.59	19.05	3.06	3.57
305 x 10	12 x 10	13.74	17.39	304.8	3.42	88.9	25.4	2333.24	153.10	11.58	164.52	25.00	3.08	3.59

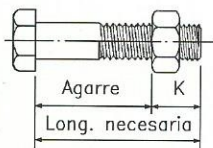
TORNILLOS

CARACTERÍSTICAS E IDENTIFICACIÓN PARA TORNILLOS ESTRUCTURALES						
ESTANDAR	Calidad	Identificación		Esfuerzo de Ruptura Mínimo en		Material
		Tornillos	Tuercas	Kg/cm ²	PSI	
ALTA RESISTENCIA	Acero A.S.T.M. A-370 S.A.E.			449	64000	Acero bajo en Carbón
	Acero A.S.T.M. 4-449 S.A.E. 5 A.S.T.M. A-325 A.S.T.M. A-354 BB	 	 	7381	105000	Acero medio en Carbón o bien Baja Aleación Tratamiento Térmico
	Acero A.S.T.M. A-490 S.A.E. B	 		10545	150000	Acero medio en Carbón y con aleación Templado y Revenido

SIGNOS CONVENCIONALES PARA EL REMACHADO Y ATORNILLADO

REMACHES DE TALLER						REMACHES DE CAMPO	TORNILLOS DE TALLER
Cabeza en ambos lados	Avellanado y embutido	Avellanado no más de 1/8" de altura	Aplanado a 1/4" en remaches de 1/2" y 5/8"	Aplanado a 1/8" en remaches de 3/4" y mayores	Cabeza en ambos lados	Avellanado	Avellanado
	Lado cercano	Lado opuesto	Lado cercano	Lado opuesto	Lado cercano	Lado opuesto	Lado cercano

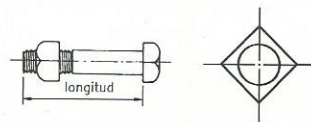
Longitud necesaria para cualquier Agarre de Tornillos			
DIAM		K	
cm	Pulg.	cm.	Pulg.
0.63	1/4	1.11	7/16
0.79	5/16	1.27	1/2
0.95	3/8	1.43	9/16
1.11	7/16	1.59	5/8
1.27	1/2	1.75	1 1/16
1.59	5/8	2.06	1 3/16
1.90	3/4	2.54	1
2.22	7/8	2.86	1 1/8
2.54	1	3.17	1 1/4
2.86	1 1/8	3.65	1 7/16
3.17	1 1/4	3.97	1 9/16



K = Longitud por Agregar al agarre para obtener la longitud total necesaria.

Notas: Agregar 0.5 cms. (3/16") por cada arandela plana
Agregar 0.8 cms. (5/16") por cada arandela biselada.

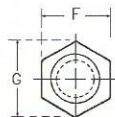
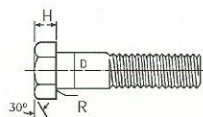
TORNILLO DE CABEZA Y TUERCA CUADRADA



Peso aproximado en Kilogramos por ciento de piezas con tuerca

LONGITUD EN		DIÁMETRO										
		6.3 mm	7.9 mm	9.5 mm	11.1 mm	12.7 mm	15.9 mm	19.1 mm	22.2 mm	25.4 mm	28.6 mm	31.7 mm
mm	Pulg.	1/4"	5/16"	3/8"	7/16"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/4"
19.1	3/4	1.1	2.0	3.1								
25.4	1	1.2	2.2	3.4	4.9	7.1	12.8					
31.7	1 1/4	1.4	2.4	3.7	5.3	7.6	13.6	21.0				
38.1	1 1/2	1.5	2.6	4.0	5.8	8.2	14.5	22.1	33.8	47.6		
44.5	1 3/4	1.7	2.8	4.3	6.2	8.8	15.4	23.3	35.4	49.9		
50.8	2	1.8	3.1	4.7	6.6	9.3	16.3	24.6	37.1	53.2		
63.5	2 1/2	2.1	3.5	5.3	7.5	10.5	18.0	27.3	40.8	56.8	76.7	104
76.2	3	2.4	4.0	6.0	8.4	11.7	19.9	29.8	44.4	61.7	83.0	111
88.9	3 1/2	2.7	4.5	6.7	9.4	13.0	21.8	32.6	48.1	66.2	88.9	119
101.6	4	3.0	5.0	7.4	10.3	14.2	23.8	35.3	51.7	70.3	94.8	126
114.3	4 1/2	3.3	5.4	8.1	11.2	15.4	25.7	38.1	55.3	75.3	101	134
127.0	5	3.7	5.9	8.7	12.2	16.6	27.6	40.8	59.0	80.3	106	141
139.7	5 1/2	4.0	6.3	9.4	13.1	17.9	29.5	43.6	62.6	85.2	112	148
152.4	6	4.3	6.5	10.1	14.1	19.0	31.4	46.3	66.7	90.3	119	156
165.1	6 1/2	4.6	7.3	10.8	15.0	20.2	33.3	49.0	70.3	94.8	125	163
177.8	7	4.9	7.8	11.5	16.0	21.4	35.2	51.7	73.9	99.8	131	171
190.5	7 1/2	5.2	8.3	12.2	16.9	22.6	37.1	54.4	78.0	105	137	178
203.2	8	5.5	8.7	12.9	17.8	23.9	38.9	57.2	81.6	110	144	186
215.9	8 1/2	5.8	9.2	13.6	18.7	25.1	40.8	59.9	85.3	115	150	193
228.6	9	6.1	9.7	14.2	19.6	26.3	42.7	62.6	89.4	119	156	201
241.3	9 1/2	6.4	10.2	14.9	20.5	27.6	44.6	65.3	93.0	124	161	209
254	10	6.7	10.7	15.6	21.5	28.8	46.7	68.0	96.2	129	169	216
279	11	7.3	11.7	17.0	23.4	31.2	50.3	73.5	103	139	181	231
305	12	7.9	12.6	18.4	25.2	33.7	54.0	78.9	111	148	194	247
330	13	8.6	13.6	19.8	27.1	36.1	58.0	84.4	118	158	206	262
356	14	9.2	14.5	21.1	29.0	38.6	61.7	90.3	126	168	218	278
381	15	9.8	15.5	22.5	30.8	41.0	65.8	95.7	133	177	231	293
406	16	10.4	16.4	23.9	32.7	43.5	69.4	101	141	187	242	308
432	17	11.0	17.4	25.3	34.6	45.8	73.5	107	148	197	254	323
457	18	11.6	18.4	26.7	36.5	48.5	77.1	112	156	207	267	338
483	19	12.2	19.3	28.1	38.3	50.8	80.7	117	163	217	279	354
508	20	12.8	20.3	29.4	40.2	53.5	84.8	123	171	226	289	369
533	21					55.7	88.6	128	178	236	302	384
559	22					58.0	92.5	134	186	246	314	400

TORNILLO ESTANDAR CABEZA HEXAGONAL



Dimensiones

Diám. Nominal	D	F		G		H			R
	Diám. de cuerpo	Distancia entre planos		Distancia entre esquinas		Altura			Radio de enlace
		Máxima (Básica)	Mínima	Máxima	Mínima	Nominal	Máxima	Mínima	Máximo

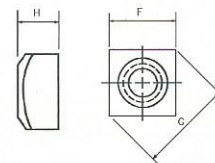
DIMENSIONES EN MILÍMETROS

6.3	7.1	11.1	10.8	12.8	12.3	4.4	4.8	3.8	0.8
7.9	8.7	12.7	12.3	14.7	14.0	5.6	6.0	5.0	0.8
9.5	10.3	14.3	13.8	16.5	15.8	6.3	6.8	5.7	0.8
11.1	11.9	15.9	15.3	18.3	17.5	7.5	8.0	6.9	0.8
12.7	13.5	19.1	18.4	22.0	21.0	8.7	9.3	7.7	0.8
15.9	17.2	23.8	23.0	27.5	26.2	10.7	11.3	9.6	1.6
19.1	20.3	28.6	27.6	33.0	31.5	12.7	13.3	11.6	1.6
22.2	23.8	33.3	32.2	38.5	36.8	14.7	15.3	13.5	1.6
25.4	27.0	38.1	36.8	44.0	42.0	17.1	17.8	15.0	1.6
28.6	30.2	42.9	41.4	49.5	47.2	19.1	19.8	16.7	3.2
31.8	33.4	47.6	46.0	55.0	52.5	21.4	22.3	19.0	3.2

EQUIVALENCIA EN PULGADAS

1/4	.280	.4375	.425	.505	.484	11/64	.188	.150	.031
5/16	.342	.5000	.484	.577	.552	7/32	.235	.195	.031
3/8	.405	.5625	.544	.650	.620	1/4	.268	.226	.031
7/16	.468	.6250	.603	.722	.687	19/64	.316	.272	.031
1/2	.530	.7500	.725	.866	.826	11/32	.364	.302	.031
5/8	.675	.9375	.906	1.083	1.033	27/64	.444	.378	.062
3/4	.800	1.1250	1.088	1.299	1.240	1/2	.524	.455	.062
7/8	.938	1.3125	1.269	1.516	1.447	37/64	.604	.531	.062
1	1.063	1.5000	1.450	1.732	1.653	43/64	.700	.591	.062
1 1/8	1.188	1.6875	1.631	1.949	1.859	3/4	.780	.658	.125
1 1/4	1.313	1.8750	1.812	2.165	2.066	27/32	.876	.749	.125

TUERCAS CUADRADAS REGULARES



Dimensiones

Diámetro del tornillo	F		G		H		
	Distancia entre planos		Distancia entre esquinas		Espesor		
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Nominal	Máximo	Mínimo

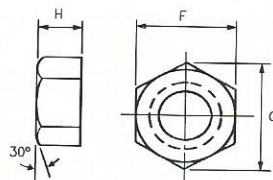
DIMENSIONES EN MILÍMETROS

6.3	11.1	10.8	15.7	14.8	5.6	6.0	5.2
7.9	14.3	13.9	20.2	19.1	6.7	7.2	6.3
9.5	15.9	15.4	22.4	21.1	8.3	8.8	7.9
11.1	19.1	18.5	26.9	25.4	9.5	10.0	9.0
12.7	20.6	20.0	29.1	27.5	11.1	11.6	10.6
15.9	25.4	24.6	35.9	33.8	13.9	14.5	13.3
19.1	31.8	30.8	44.9	42.3	19.1	19.7	18.0
22.2	36.5	35.4	51.6	48.6	22.2	22.9	21.2
25.4	41.3	40.0	58.4	54.9	25.4	26.1	24.3
28.6	46.1	44.6	65.1	61.2	28.6	29.3	27.4
31.7	50.8	49.2	71.8	66.3	31.7	32.6	30.1

EQUIVALENCIA EN PULGADAS

1/4	.4375	.425	.619	.584	7/32	.235	.203
5/16	.5625	.547	.795	.751	17/64	.283	.249
3/8	.6250	.606	.884	.832	21/64	.346	.310
7/16	.7500	.728	1.061	1.000	3/8	.394	.356
1/2	.8125	.788	1.149	1.082	7/16	.458	.418
5/8	1.0000	.969	1.414	1.330	35/64	.569	.525
3/4	1.2500	1.212	1.768	1.665	3/4	.774	.710
7/8	1.4375	1.394	2.033	1.914	7/8	.901	.833
1	1.6250	1.575	2.298	2.162	1	1.028	.956
1 1/8	1.8125	1.756	2.563	2.411	1 1/8	1.155	1.079
1 1/4	2.0000	1.938	2.828	2.611	1 1/4	1.282	1.187

TUERCAS HEXAGONALES REGULARES



Dimensiones

Diámetro del tornillo	F		G		H		
	Distancia entre planos		Distancia entre esquinas		Espesor		
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Nominal	Máximo	Mínimo

DIMENSIONES EN MILÍMETROS

15.9	25.4	24.6	29.3	28.0	13.9	14.5	13.3
19.1	28.6	27.6	33.0	31.5	16.7	17.3	16.1
22.2	33.3	32.2	38.5	36.8	19.4	20.1	18.8
25.4	38.1	36.8	44.0	42.0	22.2	23.0	21.5
28.6	46.1	44.6	53.2	50.9	28.6	29.3	27.4
31.7	50.8	49.2	58.6	56.1	31.7	32.6	30.1

EQUIVALENCIAS EN PULGADAS

5/8	1.000	0.969	1.155	1.104	35/64	0.569	0.525
3/4	1.125	1.088	1.299	1.240	21/32	0.680	0.632
7/8	1.3125	1.269	1.516	1.447	49/64	0.792	0.740
1	1.500	1.450	1.732	1.653	7/8	0.903	0.847
1 1/8	1.8125	1.156	2.093	2.002	1 1/8	1.155	1.079
1 1/4	2.000	1.938	2.309	2.209	1 1/4	1.282	1.189

REMACHES DE TALLER Y CAMPO
RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE Y APLASTAMIENTO EN KG.

ESFUERZOS ADMISIBLES

Corte 1050 kg/cm² (15000 lb/pulg²)
Aplastamiento 2810 kg/cm² (40000 lb/pulg²)



Diám. del rem. en mm.			12.7(1/2")	15.9(5/8")	19.0(3/4")	22.2(7/8")	25.4(1")	28.6(1 1/8")	31.7(1 1/4")
Area en cm ²			1.27	1.98	2.85	3.88	5.07	6.42	7.89
Corte simple en kg/rem.			1340	2089	3007	4093	5349	6773	8324
Corte doble en kg/rem.			2680	4178	6014	8186	10698	13546	16648
Grueso de la placa			Aplasta-	Aplasta-	Aplasta-	Aplasta-	Aplasta-	Aplasta-	Aplasta-
mm.	Pulgadas		miento	miento	miento	miento	miento	miento	miento
3.18	.125	1/8	1136	1422	1699				
3.56	.140		1271	1592	1902	2223			
4.06	.160		1450	1815	2169	2535			
4.57	.180		1632	2043	2442	2853			
4.76	.1875	3/16	1700	2128	2543	2972			
5.08	.200		1814	2271	2714	3171	3628		
5.59	.220		1996	2499	2987	3490	3992		
6.10	.240		2178	2727	3259	3808	4357		
6.35	.250	1/4	2268	2839	3393	3964	4535		
6.60	.260		2357	2951	3526	4120	4714	5308	
7.11	.280		2539	3179	3799	4439	5078	5718	
7.62	.300		2721	3407	4071	4757	5442	6128	
7.94	.3125	5/16		3550	4242	4957	5671	6385	7247
8.13	.320			3635	4344	5076	5806	6538	7702
8.64	.340			3863	4616	5394	6171	6948	8147
9.14	.360			4086	4884	5706	6528	7350	8495
9.53	.375	3/8		4261	5092	5950	6806	7664	8602
9.65	.380				5156	6024	6892	7761	9057
10.16	.400				5428	6343	7256	8172	9511
10.67	.420				5701	6661	7621	8581	9903
11.11	.4375	7/16			5936	6936	7935	8935	9966
11.18	.440					6980	7985	8991	10412
11.68	.460					7292	8342	9393	10866
12.19	.480					7610	8706	9803	11321
12.70	.500	1/2				7929	9070	10213	11775
13.21	.520						9435	10623	12230
13.72	.540						9799	11034	12676
14.22	.560						10156	11436	12738
14.29	.5625	9/16					10206	11492	13130
14.73	.580						10520	11846	13585
15.24	.600						10884	12256	14040
15.75	.620							12666	14155
15.88	.625	5/8						12771	15564
17.46	.6875	1-1/16						14041	16981
19.05	.750	3/4							18398
20.64	.8125	1-3/16							

Generalidades.- La luz es la velocidad de circulación de la energía radiante, evaluada con relación a la sensación visual.

La velocidad de la luz es de 300 000 Km/seg.

$$\lambda = \frac{v}{\omega}$$

λ = longitud de onda en m.
 v = velocidad en m/seg.
 ω = frecuencia en ciclos/seg.

La unidad de longitud de onda, es el angstrom ($\text{\AA}$).

angstrom = $1/10$ milimicrón = 10^{-8} cm.

El espectro visible corresponde a una gama de frecuencias de 4000-7500 $\text{\AA}$, y dependen de la longitud de onda los diferentes colores.

Violeta	4 000 - 4 400 $\text{\AA}$
Indigo	4 400 - 4 600 $\text{\AA}$
Azul	4 600 - 5 000 $\text{\AA}$
Verde	5 000 - 5 600 $\text{\AA}$
Amarillo	5 600 - 5 900 $\text{\AA}$
Anaranjado	5 900 - 6 300 $\text{\AA}$
Rojo	6 300 - 7 500 $\text{\AA}$

La cantidad de luz o flujo luminoso se mide en lumens.

LUMEN es igual a la intensidad luminosa que difunde uniformemente en todas direcciones una bujía.

Violle es la unidad teórica de intensidad luminosa que produce un centímetro cuadrado de platino a la temperatura de fusión y medido en dirección a su normal.

Tipos de Bujía	Helf	Int	Vern	Violle
Hefner	1	0.90	0.90	0.045
Internacional	1.11	1	1	0.050
Vernon	1.11	1	1	0.050

LUX o LUXES.- Es la cantidad de lumens por metro cuadrado.

STILB.- Es la unidad de brillo y se define como el brillo de una superficie de un centímetro cuadrado que recibe un flujo luminoso de un lumen dispersándolo por reflexión a todas direcciones.

Ejemplos de brillo:

Sol	200 000	Stilb
Lámpara incandescente	1 210	Stilb
Flama de una vela	0.5	Stilb

ILUMINACION.- en la actualidad la iluminación se ha convertido en una actividad altamente especializada, en la que sus especialidades se unen en dos sistemas de aplicación general, que son: Iluminación de interiores e Iluminación de exteriores.

Se considera iluminación de interiores, aquella iluminación que se va a efectuar en un local techado y las diferencias de iluminación, son propias exclusivamente del trabajo a desarrollar o funciones del local.

Se considera iluminación de exteriores, aquellos estudios efectuados para iluminar fachadas de edificios, monumentos, jardines, avenidas, estadios, arenas, pistas de aterrizaje, andenes, muelles faros, etc.

Los tipos de iluminación generalmente son cuatro:

Iluminación directa.- Cuando la fuente luminosa está dirigida al plano de trabajo en un 90 %.

Iluminación semidirecta.- Cuando la fuente luminosa a través de paneles ligeramente difusos emite hacia el plan de trabajo del 60 al 90 % y la restante hacia arriba.

Iluminación indirecta.- Cuando la fuente luminosa ilumina hacia arriba un 90 %.

Iluminación semiindirecta.- Cuando la fuente luminosa ilumina hacia arriba del 70 al 90 % y a través de paneles ligeramente difusos el resto hacia abajo.

Al efectuar un estudio de iluminación, deben de considerarse: distribución correcta, tipo de unidades que se van a emplear, disipación calorífica, absorción y reflexión de muros y techos, mantenimiento, economía y apariencia agradable.

Los tipos de lámparas más comunes son:

INCANDESCENTES Y FLUORESCENTES

Lámparas incandescentes se producen de 15 a 2000 watts, de 15 - 100 watts la bombilla está construida al vacío y de 200 - 2000 watts, la bombilla está llena de gas inerte.

Las lámparas incandescentes dan generalmente una luz con preponderancia del rojo y amarillo, por eso se construyen las bombillas de diferentes tipos, sus coeficientes de absorción son:

Perla	1.5 %
Esmeriladas exteriormente	5 %
Atomizadas de blanco	7 %
Opalinas	12 %
"Luz de día"	35 %

CARACTERISTICAS LUMINOSAS DE LAS LAMPARAS INCANDESCENTES

Potencia Eléctrica Watts	Flujo Luminoso Lumens
15	135
25	240
40	400
60	690
75	940
100	1380
150	2280
200	3220
300	5250
500	9500
750	15300
1000	21000
1500	34000
2000	41600

Existen en el mercado, lámparas incandescentes con tipo de bombilla alargada a partir de su base, éstos producen mayor iluminación, a continuación se presenta una relación de valores.

Lámparas de Cuello Alto Watts	Lumen por Watt
25	10.8
40	11.8
60	14.0
75	15.3
100	16.4
150	18.0
200	19.0
300	20.0
500	19.8

Lámparas fluorescentes.- Estas construidas en un tubo longitudinal, emiten un tipo de luz conforme al recubrimiento químico, que sobre sus paredes interiores está colocado.

Las características luminicas de las lámparas fluorescentes son proporcionadas por los fabricantes, pero como guía presentamos la siguiente tabla:

CARACTERISTICAS LUMINOSAS DE LAMPARAS FLUORESCENTES

Tipo de Lámpara	Potencia Eléctrica Watts	Flujo Luminoso Lumens
Luz Blanca	6	180
	8	300
	15	615
	20	500
	30	1450
	40	2100
	65	2100
	100	3350
Blanca Suave	15	435
	20	640
	30	1050
	40	1500
Luz de día	6	155
	8	250
	15	495
	20	730
	30	1200
	40	1700
	65	1800
	100	3350
Azul	30	780
Dorada	30	930
Roja	30	120
Rosa	30	750
Verde	30	2250

En general y como valores de comparación se presentan los siguientes promedios:

Lámparas incandescentes	14	a	23	lumens por watt
Lámparas fluorescentes	58	a	75	"
Lámparas de mercurio	50	a	57	"

El color con que están pintados los techos se representan, como un coeficiente de absorción y reflexión.

Colores en los cielos	Absorción %	Reflexión %
Blanco	15 - 20	85 - 80
Marfil	20 - 30	70 - 80
Crema	30 - 35	65 - 70
Amarillo Pálido	35 - 40	60 - 65
Amarillo	40	60
Rosa	40	60
Verde Claro	40	60
Gris Claro	40 - 45	55 - 60
Gris	50 - 65	50 - 35
Anaranjado	55	45
Rojo Pálido	60 - 65	40 - 35
Rojo ladrillo	65 - 20	30 - 35
Verde Oscuro	70 - 80	30 - 20
Azul Oscuro	80 - 85	20 - 15
Caoba	88 - 92	12 - 8
Negro	95 - 98	5 - 2

en muros es:

Bastante clara	50 %
Media	30 %
Oscura	10 %

Además el mantenimiento influye en las características de las fuentes luminosas.

COEFICIENTE DE MANTENIMIENTO

Tipo de iluminación	ESTADO DE LIMPIEZA		
	Limpio	Medio	Sucio
Directa	75 - 80 %	70 - 75 %	60 - 65 %
Semidirecta	80 %	70 %	60 %
Indirecta	75 %	65 %	--
Semiindirecta	70 %	60 %	--

COEFICIENTES DE UTILIZACION

Iluminación	Cielos	80%			70%			50%			30%		
	Muros	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
	Piso	10%			10%			10%			10%		
	Relación de local												
Directa	0.06	.34	.28	.24	.34	.28	.23	.33	.27	.24	.32	.27	.23
	0.08	.43	.36	.31	.42	.36	.31	.41	.35	.31	.40	.35	.31
	1.00	.49	.42	.38	.48	.42	.38	.47	.42	.37	.46	.41	.37
	1.25	.55	.49	.44	.55	.48	.44	.53	.48	.44	.52	.47	.44
	1.50	.60	.54	.49	.59	.53	.49	.57	.52	.48	.56	.52	.48
	2.00	.65	.60	.56	.64	.60	.55	.63	.59	.55	.61	.58	.55
	2.50	.69	.64	.60	.68	.64	.60	.66	.63	.59	.65	.62	.59
	3.00	.72	.67	.64	.71	.67	.63	.69	.66	.63	.67	.65	.62
	4.00	.76	.72	.69	.75	.71	.69	.73	.70	.68	.71	.69	.67
5.00	.78	.75	.72	.72	.74	.72	.75	.73	.71	.74	.72	.70	
Semi-directa	0.06	.34	.28	.24	.33	.28	.24	.31	.26	.24	.30	.25	.22
	0.08	.42	.36	.32	.40	.35	.31	.38	.33	.30	.36	.32	.29
	1.00	.48	.42	.38	.47	.41	.37	.49	.45	.36	.41	.37	.34
	1.25	.54	.48	.44	.52	.47	.43	.49	.45	.41	.46	.42	.39
	1.50	.58	.53	.48	.56	.51	.47	.53	.49	.45	.49	.46	.43
	2.00	.64	.59	.55	.62	.57	.54	.58	.54	.51	.54	.51	.48
	2.50	.67	.63	.59	.65	.61	.58	.60	.57	.54	.56	.54	.52
	3.00	.70	.66	.62	.68	.64	.61	.63	.60	.57	.58	.56	.54
	4.00	.73	.70	.67	.70	.67	.65	.66	.63	.61	.61	.59	.57
5.00	.75	.72	.70	.72	.70	.68	.68	.65	.63	.62	.61	.60	
Indirecta y Semi-indirecta	0.06	.24	.19	.15	.22	.17	.13	.17	.14	.11	.13	.11	.08
	0.08	.30	.25	.20	.27	.23	.19	.22	.18	.15	.17	.14	.12
	1.00	.35	.30	.25	.32	.27	.23	.26	.22	.19	.20	.17	.14
	1.25	.40	.35	.30	.36	.32	.28	.29	.26	.22	.22	.20	.18
	1.50	.44	.38	.34	.40	.35	.31	.32	.28	.25	.24	.22	.20
	2.00	.49	.44	.40	.44	.40	.36	.36	.32	.29	.27	.25	.23
	2.50	.52	.48	.44	.48	.44	.40	.38	.35	.32	.29	.27	.25
	3.00	.55	.50	.47	.50	.46	.42	.40	.37	.34	.30	.28	.27
	4.00	.58	.54	.51	.53	.49	.46	.43	.40	.37	.32	.30	.29
5.00	.60	.57	.54	.55	.52	.49	.45	.42	.39	.34	.32	.31	
Difusión General	0.06	.26	.21	.18	.25	.21	.17	.23	.19	.16	.20	.17	.15
	0.08	.32	.27	.23	.31	.26	.22	.28	.24	.21	.25	.22	.19
	1.00	.38	.33	.29	.36	.32	.28	.33	.29	.26	.29	.26	.23
	1.25	.43	.38	.34	.41	.36	.33	.37	.33	.30	.33	.30	.27
	1.50	.47	.42	.38	.45	.40	.36	.40	.36	.33	.35	.32	.30
	2.00	.53	.48	.44	.50	.46	.42	.44	.41	.38	.39	.36	.34
	2.50	.56	.52	.48	.53	.49	.46	.47	.44	.41	.41	.39	.37
	3.00	.59	.55	.51	.55	.52	.49	.49	.46	.44	.43	.41	.39
	4.00	.62	.59	.56	.58	.55	.53	.52	.49	.47	.45	.43	.42
5.00	.64	.61	.59	.61	.58	.55	.54	.51	.49	.46	.45	.44	

La relación de local se conoce por la fórmula:

$$\frac{A \cdot B}{H(A + B)}$$

A = Ancho

B = largo.

H = Altura de la fuente luminosa

(H + 0.75 m.)

sobre el piso en metros.

RECOMENDACIONES DE ILUMINACION

Requerimientos de iluminación pedidos por el Reglamento de Construcciones y Servicios Urbanos en el Distrito Federal:

Las instalaciones de alumbrado deben proporcionar las siguientes condiciones de iluminación en lux. Las cantidades más bajas indicadas en las tablas que siguen, son las mínimas aceptables.

TIPO	LOCAL	NIVEL DE ILUMINACION EN LUXES
I. HABITACION	Circulaciones horizontales y verticales	50
II. SERVICIOS		
II.1. OFICINAS	Areas y locales de trabajo	250
II.2. COMERCIOS		
Comercios	En general	250
	Naves de mercados	75
	Almacenes	50
	Areas de servicio	70
	Areas de bombas	200
II.3. DE SALUD		
Clínicas y hospitales	Salas de espera	125
	Consultorios y salas de curación	300
	Salas de encamados	75
II.4. EDUCACION Y CULTURA		
	Aulas	250
	Talleres de laboratorios	300
	Naves de templos	75
	Instalaciones para la información	
	Salas de lectura	250
II.5. RECREACION		
Entretenimiento	Salas durante la función	1
	Iluminación de emergencia	5
	Salas durante intermedios	50
	Vestíbulos	150
II.6. ALOJAMIENTO	Habitaciones	75
II.9. COMUNICACIONES Y TRANSPORTES		
Estacionamientos	Areas de estacionamiento	30
III. INDUSTRIAS		
Industrias	Areas de trabajo	300
Almacenes y bodegas	Areas de almacenamiento	50

NIVELES DE ILUMINACION POR ACTIVIDADES

Actividad	Tipo de Trabajo	Lum/m ²
Alfombras, Fabricación de	Abrillanado	215
	Acabado	53
	Aprestado	53
	Cepillado	53
	Cortado	107
	Cosido	215
	Diseño	215
	Enrollado	53
	Estampado	107
	Preparación de Canillas	107
	Preparación del Tapiz	215
	Remendado	215
	Tejido	215
	Vaporizado	53
Almacena- miento de Provisiones	Material basto o a granel	22 a 32
Almacenes	Material medio o fino, que requiere cuidado	54 a 86
Alumbrado Público	Tráfico de Peatones	32 a 90
Artículos de Cuero, Fab. de Ascensores	Tránsito de Vehículos por hora	2 a 21
Automó- viles, Fabricación de	Acabado	1 a 33
	Carrocerías	161 a 322
	Fabricación de Herramienta	54 a 86
	Inspección	540 a 1,100
	Máquinas Automáticas de Tornillos	270 a 1,100
	Montaje	130 a 220
Azúcar, Fabricación de	Clasificado	270 a 1,100
	Anotado de Asientos	538
Bancos y Oficinas	Escritura a Máquina	270
	Oficinas Privadas	215
	Teneduría de Libros	161
		215
Baños		65 a 270
Bastones, Fabricación de		107
Bibliotecas	General-Lectura	75 a 162
Billares		160 a 270
Boliches		160 a 270
Bruñido		86 a 130
Cajas de Cartón, Fáb. de	Recortables	75 a 161
Calderería		86 a 130
	Conformado	160
	Estampado	160
	Inspección de Estando	160 a 270
	Máquinas	86 a 160
	Trabajo en Banco	86 a 160
Calzado, Fábrica de		86 a 130
	Clasificado	215
	Inspección de Materia Prima	110 a 160
	Trabajos varios a Máquina y sobre Banco	161 a 215
Cantería	Sobre piedra y a Máquina	538
Caramelos, Fábrica de		86 a 130
Carbón, Industria del		75 a 215
Carpintería		110
	Chapeado	161
	De Tipo Medio	161
	Encolado	161
	Escuadrado	161
	Lijado	161 a 215
	Planeado	161
	Serrería	75
	Tonelería	161
	Trabajo de Banco Ordinario	75
	Trabajo sobre Banco Tipo Fino	215
	Trabajo sobre Banco Tipo Medio	161
	Calandrado	75
	Fabricación	75
Caucho, Fábrica de	Inmersión	75
	Malaxado	75 a 107
	Moldeado	75
	Preparación	107
Centrales de Energía		75
Cerrajería	Forja y Soldadura	75
Construcción		52
Corredores		33
Cuarto de Aseo		43 a 270

Actividad	Tipo de Trabajo	Lum/m ²
Encuader- nación	Cortado	322
	Cosido	107 a 332
	Empastado	107
	Montaje	322
	Plegado	107
	Punzonado	107
Escaparte		320 a 1,600
Escuelas	Alumbrado local además del general	40 a 5,000
	Aulas	160
	Clases y Laboratorios	161
	Dibujo y Arte	215 a 270
Exposición	Lectura, Teatro y Gimnasio	107 a 300
		270 a 1,100
Fábrica	Clasificado Colores Medios	322
	Trabajo Burdo	20 a 40
	Trabajo Mediano	40 a 80
	Trabajo Fino	75 a 180
	Trabajo Muy Fino	150 a 300
		75
Fundiciones	Cisallas	75
	Cortado	107
	Decapado	75
	Fabricación de Machos	107 a 215
	Inspección de Planchas	107 a 215
	Laminación, mínimo	65 a 110
	Máquinas Automáticas	107
	Moldeado - Desmoldeo	75 a 215
	Piso de Carga	75
	Redondos	107
Galería de Arte		270 a 1,100
Galvanostegia		75
Garage - Estacionamiento		32
Garage - Reparaciones		160
Guantes, Fábrica		215
Habitación		10 a 150
Hornos de pan		107
	Clasificado	107 a 538
	Limpieza	107
	Molienda	107
	Tratamiento Térmico	90
Hoteles		50
Iglesias		75
Imprenta	Clasificado y Empaquetado	215
	Litografía	107
	Máquinas Varias	107
	Matrices y Fusión de Tipos	215 a 322
	Tipografía y Formación	75
Jabones	Fábrica de	107 a 1,100
Joyería	Relojería, Taller de	270 a 540
Juegos Interiores		107
Lácteos, Productos		107
Lavandería y Lavado en seco	Calandrado	75
	Lavado y Expedición	161
	Planchado	161
	Prensado	161
	Recepción, Clasificación, Comprobación, Planchado y	161
Lugar de Reunión		10 a 150
Matrices	Fábrica de	107
Mecánico, Taller	Amolado (Desbastado)	538 a 1,000
	Pulido final	538
	Trabajo a Máquina Ordinario	107 a 215
	Trabajo sobre Banco	75 a 107
	Inspección	107 a 215
Medias, Fábrica de	Máquinas	161 a 538
	Remendado Color Claro	215
Montacargas		54 a 86
Montaje, Taller de	Pequeños Mecanismos	538
	Trabajo Grosero	75
	Trabajo de Tipo Medio	215
	Trabajo Delicado	1,076
Papel, Fábrica de	Batanes, Molidos	75
	Calandrado	107
	Enderezado, Acabado y Cortado	215
Paquetería	Preparación y Embalado	75
Pintura, Taller de	A muñeca	161
	A mano ordinaria	161
	A mano fina	322
	A mano extrafina (carrocerías, pianos)	753
	Por inmersión, A Pistola, Estucado a Fuego	75
	Inspección de Plancha Estando	107
Planchis- tería, Taller de	Máquinas Varias	161
	Trabajo de Banco Ordinario	161

Actividad	Tipo de Trabajo	Lum/m²
Porcelanas, Fabricación de	Aplicación	107
	Esmaltado	107
	Hornos	75
	Moldeado	107
	Molienda	75
	Prensado	75 a 108
	Purificación	107
Químicos, Fabricación de Productos	Vidriado	107
	Cubas Electrolíticas	107
	Extractores	107
	Filtros, Evaporadores y Similares	75
	Nitradores	107
	Percoladores	107
	Tanques de Cocción	107
Quirófano		2,200
Salas de Dibujo		322
Salas de Ensayos y Pruebas	Instrumentos muy delicados, balanzas, Etc.	107 a 538
	Rudimentarios	75
Salas Públicas		90
Salón de Baile		65
Soldadura, Taller de	Soldadura Ordinaria	75 a 215
Sombreros	Fabricación de	107
	Cosido	215
Tabacalera	Clasificado	215
	Picado	75
		90 a 275
Taller	Trabajo Burdo	20 a 40
	Trabajo Mediano	40 a 107
	Trabajo Fino	75 a 180
	Trabajo Muy Fino	300
Tapicería	Muebles - Automóviles	161
	Acabado y Emsamblado	161
Tenería	Cortado, Suavizado y Rellenado	53
	Limpieza, Baños de Tanino y Estirado	75
	Abridora de Balas	75
	Cardado	75
	Devanado	107 a 161
	Mecheras	75
Textil, Industria	Tejido, Telares Colores Oscuros (Números Finos)	322
	Tejido, Telares Desmontado	538
	Tejido, Telares Estambres Finos	538
	Tejido, Telares Estambres Medios	322
	Tejido, Telares Gris	107
	Tejido, Telares Números Finos	215 a 322
	Tejido, Telares Perchado	753
	Tejido, Telares Remendado	538
	Torcido	107 a 161
	Tratamiento de Húles	215
	Tratamiento de Telas	215
	Urdido	161 a 215
Textil, Industria (algodón)	Batanes	75
	Continuas	107
	Clasificado	161
Textil, Industria (lana)	Desengrasado	75
	Estirado	75
	Hilado	161
	Lavado	75
	Mazclado	75
	Peinado	75 a 161
	Tejido, Telares Lana Fina	322
	Tejido, Telares Lana Gruesa	107
	Acabado	215
	Estirado	161
Textil, Industria (seda)	Plegado	215
	Tejido	215
	Chica	110
Tienda	Mediana	130
	Grande	165
		75
Tintorería	Comprobación de Colores	753
	Estampado	215
	Formación de Canillas	75
	Formación de Madejas	75
Vidrio, Fabricación de	Amolado	107 a 215
	Biselado, Decorado	215
	Cortado	107
	Hornos	53
	Inspección	215 a 538
	Mezclado	53
	Plateado	107
	Prensado	107
	Soplado a Máquina	107
	Tallado	538
	Tratamiento con Fluorídrico	215

SISTEMA DE CALCULO

Para estimar el número y tipo de lámparas, los cuales darán un nivel que represente un promedio en todos los puntos del área de trabajo de un determinado local.

La intensidad luminosa total de las lámparas será:

$$\phi = \frac{A \cdot E}{C_a \cdot C_b} \quad E = \text{Cantidad de luxes conforme a tablas}$$

$\therefore \phi = \text{Cantidad de lumens.}$

$A = \text{Superficie del piso en m}^2$

$C_a = \text{Coeficiente de utilización.}$

$C_b = \text{Coeficiente de mantenimiento.}$

ILUMINACION PROYECTADA CON REFLECTORES

TABLA DE VALORES PARA FACHADAS

Material de la fachada	Coeficiente por reflexión	Luxes necesarios para fachadas de edificios		
		Sumamente importantes	Importantes	Poco importantes
Terracota blanca Terracota crema Mármol claro	.80 - .60	110	86	65
Caliza gris clara Ladrillo liso color canela	.60 - .40	160	130	86
Arenisca fina Ladrillo liso gris. Caliza gris no muy clara Ladrillo ordinario, color canela	.40 - .20	220	160	110
Ladrillo gris-obs. Ladrillo rojo común Piedra parda.	.20 - .10	320	2220	160

LUMENES DEL HAZ LUMINOSO DE LOS REFLECTORES

Tipo de haz luminoso	Watts del reflector	Promedio de lumens en el haz luminoso	
		Diámetro de los reflectores	
		30 a 41 cm.	46 a 61 cm.
Agudo	300	1400	--
	500	2500	--
	750	--	5500
	1000	--	7800
	1500	--	10500
Medio	300	1700	--
	500	3000	--
	750	4900	6000
	1000	7000	8500
	1500	--	12500
Expandido	300	1900	--
	500	3400	--
	750	5200	6200
	1000	7400	8800
	1500	--	13300

Fórmula para calcular el número de reflectores.

$$N = \frac{E \cdot A}{0.7 \cdot \phi}$$

N = Número de reflectores.

E = Luxes, recomendados conforme al tipo de fachada y clase de edificio (tabla de valores para fachadas).

A = Área en metros cuadrados de la fachada que se va a iluminar

0.7 = Coeficiente de luz esparcida por los bordes del edificio

ϕ = Promedio de lumens conforme al tipo de haz y características del reflector.

ALUMBRADO PUBLICO

Para determinar el alumbrado apropiado de cualquier calle o avenida, se clasifican por el volúmen de tráfico de peatones y de vehículos.

A continuación se proporcionan unas tablas que clasifica el volúmen de tráfico.

VOLUMEN DE TRAFICO DE VEHICULOS POR HORA

Volúmen de tráfico	Máxima hora nocturna en ambas direcciones	Nivel recomendado en luxes
Muy ligero	Menos de 150 vehículos/hora	1.7 - 2.0
Ligero	150 a 500 "	2.0 - 5.0
Mediano	500 a 1200 "	5.0 - 7.5
Intenso	1200 a 2400 "	7.5 - 10.8
Muy intenso	2400 a 4000 "	10.8 - 21.5
Intensísimo	4000 a más "	16.0 - 33.0

VOLUMEN DE TRAFICO DE PEATONES POR HORA

Volúmen de tráfico	Máxima hora nocturna en ambas direcciones	Nivel recomendado en luxes
Ligero	Calles residenciales	2.0 - 5.0
Mediano	Calles secundarias	5.0 - 8.5
Intenso	Calles comerciales	10.0 - 21.5

DISTANCIA INTERPOSTAL

Las distancias entre luminarias, está influenciada por la localización de postes existentes, salidas de vehículos, etc.

PARA CALLES ANGOSTAS, hasta 10 m. se recomienda postes de un solo lado, con distancias interpostales que varían de 35.00 m. a 22.50 m. conforme se abre la calle.

PARA CALLES MEDIANAS de 10 a 20 m. se recomienda postes alternados en ambas aceras, con distancias interpostales, que van desde 25 a 40 m. conforme la altura del montaje y el largo de la ménsula.

PARA AVENIDAS de 20 m. en adelante, se recomienda postes en ambas aceras, uno frente a otro con una distancia interpostal de 35 a 50 m. conforme altura del montaje y longitud de la ménsula.

Arq. Luis ALBOSÓ MARÍO Priego

INSTALACIONES ELECTRICAS

DEFINICIONES Y GENERALIDADES

ELECTRICIDAD (Del Gr. electrón.- ambar).- Forma elemental de la materia, que se manifiesta por varios fenómenos: atracción, repulsión, calor, luz, reacciones químicas.

La intensidad (I) de corriente, se mide en amperes.

AMPER: (A).- Es igual a la corriente producida por una fuerza electromotriz de un volt en un circuito con una resistencia de un OHM.

La tensión o diferencia de potencial (E) de una corriente eléctrica se mide en volts.

VOLT.- (V).- La fuerza electromotriz que causa el flujo de un ampere de corriente en un circuito con resistencia de un OHM.

La potencia en una corriente eléctrica se mide en watts.

WATT.- (W).- Es el trabajo efectuado en un segundo cuando un ampere fluye en un circuito bajo una fuerza electromotriz de un volt.

RESISTENCIA ELECTRICA (r).- Es la propiedad de un conductor que se opone al paso de la corriente eléctrica se mide en ohms.

OHM.- (Ω).- Es la resistencia de un circuito, en el que fluye un ampere cuando una fuerza electromotriz de un volt se aplica a él. El ohm internacional es la resistencia a 0°C. de una columna de mercurio de sección constante de 106.3 cm. de largo y con peso de 14.4521 gr.

CALCULO DE RESISTENCIAS

En serie: $R = r_1 + r_2 + \dots + r_n$

En paralelo: $\frac{1}{R} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}$

R = Resistencia total.

r = Diferentes valores de resistencias.

RESISTENCIA

La resistencia de un conductor es inversamente proporcional a su longitud.

La resistencia de un conductor es directamente proporcional a su área transversal.

La resistencia de un conductor depende del material.

La resistencia de un conductor depende de la temperatura.

$$R = \rho \frac{L}{a}$$

R = Resistencia del conductor.

ρ = Resistividad del material con que está hecho el conductor.

L = Longitud del conductor.

a = Área transversal del conductor

Resistencia por temperatura:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1}$$

R_2 = Resistencia final.

R_1 = Resistencia del Conductor.

α = Coeficiente de temperatura.

t_2 = Temperatura a la que se elevó el conductor.

t_1 = Temperatura a la que fue calculada la resistencia.

DE LEY DE OHM.- Se obtiene que:

La corriente en un circuito eléctrico, es igual a la fuerza electromotriz, dividida por la resistencia eléctrica del mismo.

I = Intensidad de corriente.

E = Diferencia de Potencial o Fuerza electromotriz.

R = Resistencia.

y puede expresarse:

$$I = \frac{E}{R}$$

También:

$$R = E / I ; E = IR$$

POTENCIA ELECTRICA.- La potencia total en watts en un circuito, se obtiene multiplicando la corriente en amperes por la diferencia de potencial en las terminales en volts.

$$P = IE$$

POTENCIA EN CABALLOS.- El watt es la unidad eléctrica de potencia y 746 watts equivalen a un caballo (1 H.P.) de fuerza.

UNIDAD DE ENERGIA.- El watt segundo es la unidad de energía y es la energía que se usa en un circuito cuando se absorbe un watt durante un segundo.

Un watt segundo se llama Joule.

UNIDAD ESTANDAR.- El watt segundo o Joule es muy pequeño para aplicaciones prácticas, de manera que se ha adoptado una unidad mayor llamada:

Kilowatt-Hora (KW h)

Es decir que el kilowatt-Hora es la energía absorbida o transformada cuando se han aumentado 1000 watts a un circuito durante una hora.

TABLA DE UNIDADES DE ENERGIA

Nombre de la Unidad	MECANICA		ELECTRICA		TERMICA		
	lb/ple	HP-h	Joule (watt-seg.)	Unidad B.o.T.	B.th.u.	Caloría C°	C.H.u. lb.c.
lb/ple	1	0.505×10^{-6}	1.356	0.3767×10^{-6}	0.001285	0.7142×10^{-3}	0.7142×10^{-3}
H.P.- hora	198×10^4	1	2684×10^3	0.746	2545	64.13×10^4	1414
Joule	0.7376	0.3722×10^{-6}	1	0.278×10^{-6}	0.000948	0.2389	0.5266×10^{-3}
Unidad Estandar	2655×10^{13}	1.34	3600×10^3	1	3413	860×10^3	1896
Unidad Térmica Británica	778	39.3×10^{-5}	1055	0.000293	1	252	0.556
Caloría	3.087	0.156×10^{-5}	4.186	1.163×10^{-6}	0.00397	1	0.2205×10^{-2}
Unidad Calorífica C.H.U.	1400	707.5×10^{-6}	1899	0.5274×10^{-4}	1.800	453.6	1

DEFINICIONES

MECANICAS.- Una libra-pie es el trabajo efectuado para elevar un peso de una libra a una altura de un pie. Un kilogramo-metro es el trabajo efectuado para elevar el peso de un kilogramo a una altura de un metro.

ELECTRICAS.-

Joule igual a un watt-segundo.

Unidad Bard of Trade (B.o.T.) = Kilowatt-hora = 3 600 000 Joules

TERMICAS.- Un kilo-caloría (K.Cal.) es la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de un kilogramo de agua un grado centígrado.

Unidad térmica británica (B.th.u. o B.T.U.).- Es el valor requerido para elevar la temperatura de una libra de agua un grado farenheit.

Calor en calorías es el peso de agua en gramos por la temperatura elevada en grados centígrados.

La unidad de calor centígrado (U.C.C.) es el calor que se necesita para elevar la temperatura de una libra de agua un grado centígrado.

LEY DE OHM APLICADA A CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA

Frecuencia.- $f = pn$ en ciclos/segundo.

f = Frecuencia ; p = número de pares de polos.
 n = Velocidad en revoluciones por minuto.

(R.C.M.) Raíz cuadrática media de: $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707 I_m$

(r.c.m.) Raíz cuadrática media de: $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 0.707 E_m$

Circuitos de C.A. con resistencia pura.- Usando los valores R.C.M. de voltaje y corriente, la ley de OHM se aplica a un circuito resistivo con corriente alterna, en la misma forma que si llevara corriente directa.

$I = \frac{E_R}{R}$ (Cálculo de corriente en amperes)

$E_R = R$ (Diferencia de potencial en volts)

$IE_R = I^2 R$ (Potencia consumida en watts)

Cuando un conductor lleva corriente alterna, desarrolla un campo magnético que varía conforme a la dirección y magnitud del conductor. Este campo recibe el nombre fuerza electromotriz de autoinducción y se calcula:

$E_x = 2p f L I$ La unidad de Inductancia = Henry

E_x = f.e.m. inducida

f = Frecuencia de la fuente

L = Inductancia del circuito

I = Intensidad de la corriente

Un Henry es la inductancia producida en un circuito cuando la corriente que cambia a razón de un amperio por segundo, induce una f.e.m. de un volt.

El producto $(2\pi f L)$ recibe el nombre de reactancia.

$\therefore X = 2\pi f L$ X = Reactancia Inductiva, estará en ohms, cuando L esté en henrys y f en ciclos por segundo.

Circuitos de C.A. con inductancia pura.

$$I = \frac{E_x}{X} = \frac{E_x}{2\pi f L} \quad (\text{Corriente en amperes})$$

$$E_x = IX = 2\pi f L I \quad (\text{Diferencia en potencial en volts})$$

Potencia tomada = cero

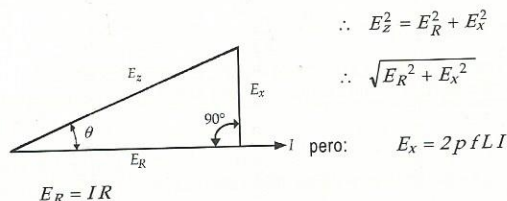
Circuitos no inductivos.- Un conductor doblado sobre sí mismo en dirección opuesta nulifica su inductancia.

Circuitos de C.A. con resistencia e inductancia.

E_z = Voltaje aplicado en las terminales; caída total de voltaje.

E_R = Caída absorbida por la resistencia óhmica.

E_x = Caída debida a la inductancia.



$$\therefore E_z^2 = E_R^2 + E_x^2$$

$$\therefore \sqrt{E_R^2 + E_x^2}$$

entonces:

$$E_z = \sqrt{(IR)^2 + (2\pi f L I)^2}$$

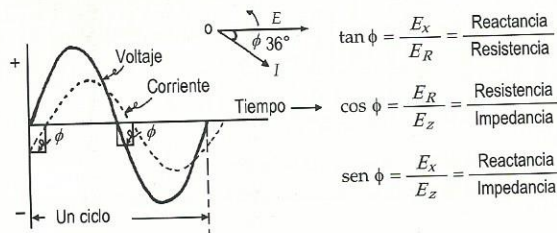
$$E_z = I \sqrt{R^2 + (2\pi f L)^2}$$

$$I = \frac{E_z}{\sqrt{R^2 + (2\pi f L)^2}}$$

Impedancia:

$$Z = \frac{E_z}{I} = \sqrt{R^2 + (2\pi f L)^2}$$

Desfasamiento de la corriente:



POTENCIA EN CIRCUITOS DE C.A.

Resistencia no inductiva : Potencia tomada : EI ó $E^2 R$ ó $\frac{E^2}{R}$

Inductancia pura : Potencia media tomada es cero

Combinación de resistencia e inductancia:

Potencia tomada: $I^2 R$ pero : $I = \frac{E}{Z}$

$$\therefore P = \frac{E^2}{Z^2} R \text{ ó } E \cos \phi$$

Factor de Potencia. ($\cos \phi$)

El número que representa a los volt-amperes (VA) en un circuito de C.A. debe multiplicarse por un factor, igual o menor que la unidad para dar la potencia del circuito.

$$\therefore W = VA \cos \phi \quad \therefore \cos \phi = \frac{W}{VA}$$

La potencia absorbida por un circuito cualquiera de C.A. o de C.C. se debe a su resistencia.

$$e = I^2 R$$

e = potencia en watts en un momento dado.

CAPACITANCIA EN CIRCUITOS DE C. A.

$$C = \frac{Q}{V}$$

C = Capacitancia en farads.
 Q = Cantidad de electricidad en coulombs.
 V = Diferencia de potencial en Volts.

CIRCUITO DE C.A. QUE POSEA SOLO CAPACITANCIA.

$$X_c = \frac{1}{2\pi fc}$$

X_c = Reactancia debida a la capacitancia.
 f = Frecuencia.
 c = Capacitancia en farads.

$$I = \frac{E_c}{X_c} = \frac{E_c}{2\pi fc} \quad \therefore E_c = \text{Voltaje aplicado}$$

CIRCUITO DE C.A. QUE POSEA RESISTENCIA Y CAPACITANCIA EN SERIE.

La ley de OHM aplicada a este circuito puede enunciarse como sigue:

$$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{2\pi fc}\right)^2}}$$

Las máquinas de C.C. tienen su salida en Kilowatts (KW).

Las máquinas de C.A. tienen su salida en Kilovolt-amperes (KVA).

POTENCIA EN CIRCUITOS TRIFASICOS BALANCEADOS

$$P_p = 3 E_p I_p \cos \phi$$

$\therefore P_p$ = Potencia Total ; I = Corriente de línea.

E = Voltaje de Línea I_p = Corriente de fase.

$\cos \phi$ = Factor de Potencia E_p = Voltaje de fase.

En caso de un motor o un generador conectado en delta:

$$P_p = 3 E_p I_p \cos \phi$$

pero: $E_p = E$

$$I_p = \frac{I}{\sqrt{3}}$$

$$P_p = \sqrt{3} EI \cos \phi$$

En caso de un motor o generador conectado en estrella.

$$P_p = 3 E_p I_p \cos \phi \therefore$$

$$\text{pero: } E_p = \frac{E}{\sqrt{3}}$$

$$I_p = I$$

$$\therefore P_p = \sqrt{3} EI \cos \phi$$

De donde, en un circuito trifásico balanceado, ya sea conectado en delta o estrella.

$$P_p = \sqrt{3} EI \cos \phi$$

INSTRUMENTOS DE MEDICION:

AMPERMETRO.-

Aparato para medir la corriente, graduado en Amperes.

VOLTMETRO.-

Aparato para medir voltaje, graduado en volts.

WATTMETRO.-

Aparato para medir la potencia, graduado en watts.

GALVANOMETRO.-

Indica el paso de la corriente sin cuantificarla.

MEGGER.-

Mide la resistencia de aislamiento en megohms.

OHMETRO.-

Mide la resistencia en ohms.

FOTOMETRO.-

Mide la intensidad luminosa en luxes.

SISTEMAS DE DISTRIBUCION:

La entrega de voltaje no debe variar $\pm 6\%$.

Bajo voltaje de 0 - 750 volts.

Alto voltaje de 750 volts en adelante.

Voltaje estándar.- El sistema estándar de distribución de corriente alterna para un edificio, es de tres fases, cuatro hilos, 50 c/seg., voltaje entre líneas 220 volts y el neutro 110 volts.

La variación permitida en la frecuencia para sistemas de C.A. es de $\pm 2.5\%$.

SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE C.C.

El sistema de dos conductores aislados, uno es positivo y otro negativo (generalmente conectado a tierra).

El sistema de tres conductores aislados, dos son positivos y el de enmedio neutro (conectado a tierra).

SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE C.A.

- MONOFASICO.- De dos o tres conductores.
- BIFASICO.- De tres y cuatro conductores.
- TRIFASICO.- De tres y cuatro conductores.

En la conexión de Delta.

Los voltajes por fase y entre líneas son iguales mientras que la corriente de línea es $\sqrt{3}$ por la corriente de fase.

En la conexión en estrella las corrientes de línea y por fase son las mismas mientras que el voltaje en línea es $\sqrt{3}$ por voltaje de fase.

PRINCIPIO DEL TRANSFORMADOR.- Si se devanan dos embobinados, aislados eléctricamente entre sí, sobre un núcleo común de hierro, se produce un transformador eléctrico.

Cuando un embobinado se conecta a una fuente de voltaje recibe el nombre de "primario" y el otro embobinado "secundario".

La magnitud del campo magnético, causada por una corriente será directamente proporcional al producto del valor de la corriente y al número de vueltas por donde circula.

$$I_p T_p = I_s T_s$$

$\therefore I_p$ = Corriente primaria.

I_s = Corriente secundaria.

T_p = Número de vueltas del primario.

T_s = Número de vueltas del secundario.

$\therefore$ La relación de corrientes de carga en los dos devanados, será la relación inversa de vueltas.

$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{T_s}{T_p}$$

Los campos magnéticos son prácticamente constantes por lo cual la f.e.m. inducida en el embobinado primario, siempre debe ser igual en magnitud al voltaje de alimentación.

$$\therefore \frac{E_p}{E_s} = \frac{T_p}{T_s} \quad \therefore E_p = \text{Voltaje de alimentación.}$$

E_s = Voltaje existente en el secundario.

Cuando fluye la corriente I_s por el secundario, los amperes entregados por este devanado a la carga serán $E_s I_s$.

$$\therefore E_s = \left(\frac{T_s}{T_p} \right) E_p \quad \text{y} \quad I_s = \left(\frac{T_p}{T_s} \right) I_p$$

$$\therefore E_s I_s = \left[\left(\frac{T_s}{T_p} \right) E_p \right] \left[\left(\frac{T_p}{T_s} \right) I_p \right] = E_p I_p$$

La potencia W_s que entrega el devanado secundario será igual a sus volt-amperes multiplicados por el factor de potencia ($\cos \phi$).

$$\therefore W_s = E_s I_s \cos \phi$$

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES CONDUCTORES

	Cobre	Aluminio
Número Atómico	29	13
Peso Específico	8.89 gr/cm ³	2.703 gr/cm ³
Coefficiente de Temperatura °C a 20°C	0.00393	0.00403
Conductividad Eléctrica	100%	60.97%
Conductividad Térmica	0.93 cal/cm ³	0.52 cal/cm ³
Temperatura de Fusión	1083°C	660°C
Coefficiente de Dilatación Lineal por °C	16.22 x 10 ⁻⁶	23.0 x 10 ⁻⁶
Calor Específico	0.0918 cal/gr°C	0.2259 cal/gr°C
Resistividad Volumétrica a 20°C	0.017241 ohms-mm ² /mt	0.02828 ohms-mm ² /mt
Resistividad Eléctrica (ohms en 304.8 mts a 20°C)	10.371 ohms	17.0 ohms
Esfuerzo de Tensión, Temple Duro	3870 kg/cm ²	1820 kg/cm ²
Esfuerzo de Tensión, Temple Suave	2,250 kg/cm ²	845 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	1,200,000 kg/cm ²	702,000 kg/cm ²
Resistencia al Corte	1,750 kg/cm ²	665 kg/cm ²
Resistencia Límite de Fluencia	560 kg/cm ²	350 kg/cm ²

UNIDADES ELECTRICAS Y MAGNETICAS

Magnitudes	Dimensiones C.G.S.	Unidades prácticas	
		Nombre	Valor en C.G.S. (electro magnéticas)
Intensidad (I)	$L^{1/2} M^{1/2} T^{-1}$	Ampere	10^{-1}
Tensión (V)	$L^{3/2} M^{1/2} T^{-2}$	Volt	10^8
Fuerza Electromotriz (E)			
Resistencia (R)	$L T^{-1}$	Ohm	10^9
Resistividad (ρ)	$L^2 T^{-1}$	Ohm-cm	10^{18}
Conductividad (Y)	$L^{-2} T$	Ohm-cm	10^{-18}
Cantidad electricidad (Q)	$L^{1/2} M^{1/2}$	Culomb	10^{-1}
Trabajo eléctrico (J)	$L^2 M T^{-2}$	Joule	10^7
Potencia eléctrica (W)	$L^2 M T^{-3}$	Watt	10^7
Capacidad (C)	$L^{-1} T^2$	Farad	10^{-9}
Autoinducción (L)	L	Henry	10^9
Int. campo eléctrico (e)	$L^{1/2} M^{1/2} T^{-2}$	Volt/cm	10^8
Flujo magnético (Φ)	$L^{3/2} M^{1/2} T^{-1}$	Maxwell	1
Inducción magnética (B)	$L^{1/2} M^{1/2} T^{-1}$	Volt-seg	10^8
		Gauss	1
Intensidad campo magnético (H)	$L^{1/2} M^{1/2} T^{-1}$	Volt-seg/cm ²	10^8
		Oersted	1
Fuerza Magnetomotriz (F)	$L^{1/2} M^{1/2} T^{-1}$	Amp/cm	0.4
		Gilbert	1
Reluctancia magnética (R)	L^{-1}	Ampere-vuelta	0.4
Frecuencia (f)	T^{-1}	ciclos-seg.	

NOTA: Las unidades magnéticas son todas de sistema C.G.S. por no haber sido establecidas las unidades prácticas.

Definiciones:

Ampere: Intensidad de una corriente que corresponde al paso de culomb en un segundo.

Culomb (Culombio): Cantidad de electricidad que al atravesar una solución de nitrato de plata deposita 1.118 miligramos de plata.

Ohm: Resistencia que presenta al paso de una corriente una columna de mercurio a 0° de 1,063 m de longitud, con sección uniforme de 1 mm y masa de 14,4521 gramos masa.

Volt: Tensión capaz de producir una corriente de un ampere en un circuito de un ohm de resistencia.

Joule: Trabajo producido en un segundo por una corriente de un ampere en un circuito de un ohm de resistencia.

Watt: Potencia de un joule por segundo. Potencia que transporta un circuito por el que circula una corriente de un ampere bajo la diferencia de potencia de un volt.

Farad (Faradio): Capacidad de un condensador en el que la carga de un culomb da entre sus armaduras una d.d.p. de un volt.

Henry: Autoinducción de un circuito en el que la variación de un ampere en un segundo produce la f.e.m de un volt.

Maxwell: Flujo total producido por un polo magnético de fuerza, unidad dividida por 4π .

Gauss: Inducción (o densidad de flujo) producida por un maxwell por cm. de superficie normal a la dirección de flujo.

Gilbert: Fuerza magnetomotriz de una bobina de una espira recorrida por una corriente de intensidad igual a la unidad C.G.S. dividida por 4π

Oersted: Variación de potencial magnético equivalente a un gilbert por centímetro.

Resistencia eléctrica de conductores de cobre

Calibre AWG MCM		Area de la sección transversal (mm ²)	Número de hilos	Resistencia eléctrica C.D. 20°C (Ohms/km)
Alambres	18	0.823	—	21.0
	16	1.308	—	13.2
	14	2.08	—	8.27
	12	3.31	—	5.22
	10	5.26	—	3.28
Cables	18	0.823	7	21.3
	16	1.308	7	13.42
	14	2.08	7	8.45
	12	3.31	7	5.32
	10	5.26	7	3.35
	8	8.37	7	2.10
	6	13.30	7	1.322
	4	21.15	7	0.830
	2	33.6	7	0.523
	1/0	53.5	19	0.329
	2/0	67.4	19	0.261
	3/0	85.0	19	0.207
	4/0	107.2	19	0.1640
	250	126.7	37	0.1390
	300	152.0	37	0.1157
	350	177.4	37	0.0991
	400	202.7	37	0.0867
	500	253.3	37	0.0695
	600	304.1	61	0.0578
	750	380.0	61	0.0463
	1000	506.7	61	0.0348
	1250	633.3	91	0.0278
	1500	760.1	91	0.0232

CALIBRADORES PARA ALAMBRE

ALAMBRE

Número	B. W. G.		A. S. & W.	
	Diámetro	Peso de 1000 m	Diámetro	Peso de 1000 m
	mm	Kg	mm	Kg
0000	11.532	814.692	10.000	612.610
000	10.795	713.887	9.208	520.028
00	9.652	570.715	8.407	433.591
0	8.636	456.888	7.785	371.893
1	7.620	355.709	7.188	316.520
2	7.213	318.726	6.668	272.381
3	6.579	265.158	6.190	234.729
4	6.045	223.861	5.723	200.647
5	5.588	191.292	5.588	169.366
6	5.156	162.859	4.877	145.710
7	4.572	128.056	4.496	123.833
8	4.191	107.602	4.115	103.735
9	3.759	86.624	3.767	86.931
10	3.404	70.984	3.429	72.031
11	3.048	56.913	3.061	57.400
12	2.769	46.971	2.680	44.000
13	2.413	35.670	2.324	33.087
14	2.108	27.223	2.032	25.595
15	1.829	20.563	1.829	20.483
16	1.651	16.699	1.588	15.448
17	1.473	13.292	1.372	11.532
18	1.245	9.495	1.007	8.925
19	1.067	6.975	1.041	6.639
20	0.889	4.837	0.884	4.786
21	0.813	4.047	0.805	3.972
22	0.711	3.096	0.726	3.233
23	0.635	2.468	0.655	2.631
24	0.559	1.811	0.584	2.091
25	0.508	1.579	0.518	1.645
26	0.457	1.279	0.460	1.295
27	0.406	1.011	0.439	1.183
28	0.356	0.774	0.412	1.037
29	0.330	0.667	0.381	0.889
30	0.305	0.568	0.356	0.775

Calibrador "B. W. G." para alambre (Birmingham Wire Gouge.)

Calibrador "S. & W." para alambre (American Steel and Wire Gouge.)

FORMULAS PARA CALCULAR AMPERES, HP, KW y KVA

	CORRIENTE CONTINUA	CORRIENTE ALTERNA	
		UNA FASE	TRES FASES
AMPERES Conociendo HP	$\frac{HP \times 746}{E \times N}$	$\frac{HP \times 746}{E \times N \times f.p.}$	$\frac{HP \times 746}{173 \times E \times N \times f.p.}$
AMPERES Conociendo KW	$\frac{KW \times 1000}{E}$	$\frac{KW \times 1000}{E \times f.p.}$	$\frac{KW \times 1000}{173 \times E \times f.p.}$
AMPERES Conociendo KVA		$\frac{KVA \times 1000}{E}$	$\frac{KVA \times 1000}{173 \times E}$
KW	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times f.p.}{1000}$	$\frac{I \times E \times f.p. \times 173}{1000}$
KVA		$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times 173}{1000}$
POTENCIA en la flecha HP	$\frac{I \times E \times N}{746}$	$\frac{I \times E \times N \times f.p.}{746}$	$\frac{I \times E \times 173 \times N \times f.p.}{746}$
Factor de potencia	Unitario	$\frac{E \times I}{W}$	$\frac{173 E \times I}{W}$

I = Corriente en amperes.

E = Tensión en volts.

N = Eficiencia expresada en decimales.

HP = Potencia en Horse Power.

R.P.M. = Revoluciones por minuto.

f.p. = Factor de potencia.

KW = Potencia en Kilowatts.

KVA = Potencia aparente en Kilovoltamperes.

W = Potencia en watts.

$R.P.M. = \frac{f \times 120}{P}$

f = Frecuencia. P = Número de polos.

Número máximo de conductores en tubo conduit o tubería

Tipo	Área de la sección transversal del conductor		Diámetro nominal del tubo mm														
	mm²	(AWG)	13	19	25	32	38	51	63	76	89	102	127	152			
THW THW-LS THHW XHHW	2.082	(14)	9	15	25	44	60	99	142								
	3.307	(12)	7	12	19	35	47	78	111	171							
	5.260	(10)	5	9	15	26	36	60	85	131	176						
	8.367	(8)	2	4	7	12	17	28	40	62	84	108					
RHW RHH	2.082	(14)	6	10	16	29	40	65	93	143	192						
	3.307	(12)	4	8	13	24	32	53	76	117	157						
	5.260	(10)	4	6	11	19	26	43	61	95	127	163					
	8.367	(8)	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85	133				
THW THW-LS THHW RHW y RHH (sin cubierta)	13.30	(6)	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	97	141			
	21.15	(4)	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	73	106			
	33.62	(2)	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	54	78			
	53.48	(1/0)		1	1	2	3	5	8	12	16	21	33	49			
	67.43	(2/0)		1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	41			
	85.01	(3/0)		1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35			
	107.20	(4/0)			1	1	1	3	5	7	10	13	20	29			
	126.70	(250)			1	1	1	2	4	6	8	10	16	23			
	152.00	(300)			1	1	1	2	3	5	7	9	14	20			
	177.30	(350)				1	1	1	3	4	6	8	12	18			
	202.70	(400)				1	1	1	2	4	5	7	11	16			
	253.40	(500)				1	1	1	1	3	4	6	9	14			
	380.00	(750)					1	1	1	2	3	4	6	9			
THWN THHN	2.082	(14)	13	24	39	69	94	154									
	3.307	(12)	10	18	29	51	70	114	164								
	5.260	(10)	6	11	18	32	44	73	104	160							
	8.367	(8)	3	5	9	16	22	36	51	79	106	136					
FEP (14 a 2)	13.30	(6)	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98	154				
	21.15	(4)	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	94	137			
	33.62	(2)	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	67	97			
FEPB (14 a 8)	53.48	(1/0)		1	1	3	4	7	10	15	21	27	42	61			
	67.43	(2/0)		1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51			
	85.01	(3/0)		1	1	1	3	5	7	11	14	18	29	42			
	107.20	(4/0)		1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35			
XHHW (4 a 500)	126.70	(250)			1	1	1	3	4	7	10	12	20	28			
	152.00	(300)			1	1	1	3	4	6	8	11	17	24			
	202.70	(400)				1	1	1	3	5	6	8	13	19			
	253.40	(500)				1	1	1	2	4	5	7	11	16			
	380.00	(750)					1	1	1	2	3	4	7	11			

Tipo	Área de la sección transversal del conductor		Diámetro nominal del tubo mm														
	mm²	(AWG)	13	19	25	32	38	51	63	76	89	102	127	152			
XHHW	13.30	(6)	1	3	5	9	13	21	30	47	63	81	128	185			
	380.00	(750)					1	1	1	2	3	4	7	10			
	2.082	(14)	3	6	10	18	25	41	58	90	121	155					
	3.307	(12)	3	5	9	15	21	35	50	77	103	132					
	5.260	(10)	2	4	7	13	18	29	41	64	86	110					
	8.367	(8)	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	94	137			
RHW y RHH (con cubierta exterior)	13.30	(6)	1	1	2	5	6	11	15	24	32	41	64	93			
	21.15	(4)	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31	50	72			
	33.62	(2)		1	1	3	4	6	9	14	19	24	38	56			
	53.48	(1/0)		1	1	1	2	4	6	9	12	16	25	37			
	67.43	(2/0)			1	1	1	3	5	8	11	14	22	32			
	85.01	(3/0)			1	1	1	3	4	7	9	12	19	28			
	107.20	(4/0)			1	1	1	2	4	6	8	10	16	24			
	126.70	(250)				1	1	1	3	5	6	8	13	19			
	152.00	(300)				1	1	1	3	4	5	7	11	17			
	202.70	(400)					1	1	1	3	4	6	9	14			
	253.40	(500)					1	1	1	1	3	4	5	8	11		
	380.00	(750)						1	1	1	3	3	5	8			

Notas:

Esta tabla es sólo para conductores con cableado concéntrico normal.

Esta tabla se aplica solamente a sistemas completos de tubos conduit o tuberías y no se pretende aplicar a secciones de tubos conduit o tuberías que se emplean para proteger de daños mecánicos a los alambres expuestos.

Cuando se instalan conductores para la puesta de tierra e interconexión de equipos, éstos deben incluirse para calcular el porcentaje de relleno de los tubos conduit. Para el cálculo deben emplearse las dimensiones reales de dichos conductores.

Cuando en un tubo conduit se instalan niples, con una longitud no mayor de 60 cm, para conectar a cajas, gabinetes, o envoltorios similares, el porcentaje de relleno en el niple pueda ser de hasta el 60% de su área de sección transversal total.

Véase la Tabla para el porcentaje de relleno de los tubos conduit o tuberías.

Porcentajes de relleno de conductores para tubos conduit o tuberías.

%			
Número de conductores	1	2	más de 2
Todos los tipos	53	30	40

Esta tabla solo es aplicable para conductores con área de sección transversal menor o igual de 380.0 mm² (750 kCM).

Cuando para conductores del mismo tamaño se calcula el área total ocupada (considerando el área de sección transversal total de cada uno, incluyendo su aislamiento), afectando este cálculo por el factor de relleno correspondiente y resulta una fracción decimal de 0.8 o mayor que el área de un tubo conduit de tamaño comercial, debe seleccionarse el tubo conduit o tubería de tamaño comercial inmediato superior.

Un cable multiconductor de dos o más conductores debe considerarse como un solo cable para el cálculo del porcentaje de relleno del tubo conduit. Para cables con sección transversal elíptica debe considerarse la distancia mayor como el diámetro externo del cable y con esto calcular el porcentaje de ocupación del cable en el tubo conduit.

VENTILACION

Calor cedido al aire ambiente por cada persona en una hora, aproximadamente:

Adultos, en locales llenos	50 cal/hora
Adultos, en locales no completamente llenos	75 cal/hora
Niños, en locales llenos	25 cal/hora
Niños, en locales no completamente llenos	40 cal/hora

CALOR QUE PRODUCE EL ALUMBRADO

Clase de Alumbrado	Consumo por bujía Hefner en una hora		Calor cedido por bujía cal/hora
Lámpara de arco	1.1	watts	1.0
Lámpara de filamento metálico . .	0.8	"	0.7
Lámpara fluorescente	0.4	"	0.3
Lámpara de filamento de carbón . .	4.5	"	4.0
Lámpara de acetileno	0.0006	m ³	5.5
Mechero de gas (llama superior) . .	0.0021	"	6.5
Mechero Argand	0.0100	"	50.0
Mechero Broy	0.0130	"	67.0
Lámpara de petróleo	0.0033	Kg.	36.0

ANHIDRIDO CARBONICO

Que producen las personas y el alumbrado

Agente productor del anhídrido carbónico	Anhídrido producido m ³ /h a 0°C
Adultos haciendo trabajo corporal	0.036
Adultos en reposo	0.020
Adolescentes	0.016
Niños	0.010
Cada m ³ de gas quemado	0.570
Cada Kg. de petróleo quemado	1.570
Cada Kg. de estearina quemada	1.420

RENOVACION DE AIRE NECESARIA EN UNA HORA

a) Locales con número determinado de personas:

Escuelas, salas de reunión y de conferencia, teatros, etc.

En invierno	20 a 25 m ³ /hora/persona
En verano	40 a 50 m ³ /hora/persona

NOTA: El volumen de aire renovado no debe exceder de 10 veces el volumen de la sala.

Velocidad del aire cerca de una persona, no mayor de 0.20 m/segundo.

b) Locales con número desconocido de personas:

Número de Renovaciones por hora

Habitaciones (y salas que por el número de personas y por el modo de ser utilizadas puedan compararse con aquéllas)	1 a 2
Cubos en escalera, corredores vestíbulos, etc.	
de mucho tránsito	3 a 4
de poco tránsito	0.5 a 1
Comedores de fondas y restaurantes	3 a 5
Guardarropas	2 a 3
Celdas de manicomios (según la índole de los dementes)	0.5 a 3
Cuartos de baño	2 a 3
WC	3 a 5
Cocinas Mínimo	4 a 5
Auditorios	10 a 15
Cuartos de calderas	10 a 15
Iglesias	10 a 15
Cuartos de máquinas	4 a 6
Fábricas	4
Fábricas, locales donde se desprenden gases o vapores peligrosos	15 a 20
Fundiciones	12
Garages	10 a 15
Oficinas	3
Lavanderías	15 a 25
Librerías	3
Talleres mecánicos	6
Talleres de pintura	10 a 15
Fábricas de papel	15 a 20
Casas redondas de F.C.	4
Escuelas	10 a 12
Fábricas textiles (general)	4
Fábricas textiles (tintorería)	15 a 20
Teatros	5 a 8
Salas de espera	4
Bodegas	4
Talleres de trabajo de madera	8

DATOS APROXIMADOS DE DENSIDAD Y CALOR

A 20°C. (68°F) (a menos de indicarse lo contrario)

Material	Peso específico		Calor específico	Watts-hora para calentar 1 lb 1 grado		Conductividad térmica watts
	lb/pie ³	gr/cm ³	cal-gr	°C	°F	°C
Acero	489	7.83	0.107	0.056	0.031	1.16
Aluminio	169	2.72	0.214	0.113	0.063	5.23
Antimonio	413	6.62	0.050	0.026	0.015	0.457
Bismuto	612	9.80	0.029	0.015	0.008	0.206
Bronce, 80 Cu. 20 Sn.	546	8.74	0.086	0.045	0.025	
Cinc Sólido	443	7.10	0.095	0.050	0.028	2.84
Cinc Fluido (425°C)	405	6.49				1.49
Cobre	555	8.85	0.092	0.049	0.027	9.77
Constantán, 60 Cu. 40 Ni.	554	8.88	0.099	0.052	0.029	0.585
Estaño sólido	455	7.29	0.054	0.028	0.016	1.62
Estaño fluido	436	6.98	0.058	0.031	0.017	0.90
Hierro gris colado	442	7.08	0.119	0.063	0.035	1.32
Latón, 70 Cu. 30 Zn.	527	8.44	0.094	0.050	0.028	2.70
Magnalio, 70 Al. 30 Mg	125	2.00				
Magnesio	109	1.74	0.246	0.130	0.072	3.97
Mercurio fluido	846	13.55	0.033	0.017	0.010	0.211
Molibdeno	637	10.20	0.065	0.034	0.019	3.67
Níquel	549	8.75	0.105	0.055	0.031	1.51
Oro	1205	19.30	0.031	0.016	0.009	7.47
Plata	655	10.50	0.056	0.030	0.016	10.10
Platino	1339	21.45	0.032	0.017	0.009	1.77
Plomo sólido	708	11.34	0.031	0.016	0.009	0.886
Plomo fluido (330°C)	664	10.64	0.037	0.020	0.011	0.419
Soldadura, 47 Pb. 53 Sn.	545	8.73	0.045	0.024	0.013	1.21
Titanio	281	4.50	0.112	0.059	0.033	
Tungsteno	1190	19.06	0.034	0.018	0.010	4.05
Aire	0.075	0.0012	0.242	0.128	0.071	0.00062
Acido Nítrico	94	1.51				
Acido Sulfúrico 98%	114.6	1.836	0.339	0.179	0.099	0.009
Agua	62.3	0.998	0.999	0.527	0.293	0.015
Aguaarrás, Aceite	54	0.87	0.420	0.222	0.123	0.0032
Bencina	55	0.88	0.406	0.214	0.119	0.0043
Carbón, Diamante	220	3.42	0.120	0.063	0.035	3.82
Eter Sulfúrico	44	0.71	0.541	0.285	0.159	0.0035
Hielo (0°C)	57	0.91	0.492	0.259	0.144	0.054
Linaza, Aceite	59	0.94				
Nafta	42	0.67				
Parafina sólida	56	0.90	0.690	0.364	0.364	0.061
Petróleo	54	0.87	0.500	0.264	0.147	0.0038

INSTALACIONES HIDRAULICAS

CIRCULACION DE AGUA EN TUBERIAS

En las tuberías existen dos tipos de circulación; régimen laminar y régimen turbulento. REGIMEN LAMINAR, es aquel en el que la corriente lleva una dirección definida, en todos sus partículas, formando filetes líquidos. REGIMEN TURBULENTO, es aquel en el que todas las partículas que forman la corriente, circulan cambiando constantemente la trayectoria.

CALCULO DE TUBERIAS:

Fórmula de Darcy con coeficiente de Bazin-Scimemi.

$$d^5 = \sqrt{\beta \frac{Q^2}{h f}} \quad \therefore Q = \sqrt{\frac{h f d^5}{\beta}} \quad \therefore h f = \frac{\beta}{5 d^5} Q^2$$

Diámetro		β Para tubos con $V = 0.75 \text{ m/seg}$ o mayores	β Para tubos de cemento con $V = 0.020 \text{ a } 2.00$ m/seg.	d^5	Valores de la Relación $\frac{\beta}{d^5}$ para tubos
mm.	Pulg.				
50	2	0.00202		0.000003125	6464.0000
60	2.5	0.00191		0.000007776	2456.2750
75	3	0.00177		0.000023730	745.8913
100	4	0.00163	0.0052	0.00010000	163.0000
150	6	0.00147	0.0049	0.000075937	19.3581
200	8	0.00138	0.0045	0.000320000	4.3125
250	10	0.00132	0.0044	0.000977	1.3511
300	12	0.00127	0.0043	0.002410	0.5270
350	14	0.00124	0.0043	0.005252	0.2361
400	16	0.00121	0.0043	0.010240	0.1182
450	18	0.00119	0.0043	0.018453	0.0645
500	20	0.00117	0.0042	0.031250	0.0374
600	24	0.00114	0.0042	0.0778	0.0146
750	30	0.00111	0.0042	0.237	0.0047
900	36	0.001085	0.0042	0.590	0.0018

Las pérdidas de energía, cuando circula por una tubería un líquido, son por las siguientes causas:

Pérdidas por fricción; pérdidas por entrada; pérdidas por salida; pérdidas por súbito ensanchamiento del tubo; pérdidas por súbita contracción del tubo; pérdidas por obstrucción; pérdidas por cambio de dirección en la circulación.

En cada caso particular, las pérdidas que tienen mayor valor, se les denomina "pérdidas principales" y en los valores pequeños, pérdidas secundarias, que cuando la diferencia entre valores mayores y valores menores es muy grande, llegan a despreciarse éstos últimos.

PERDIDA POR CARGA DE FRICCIÓN.- La pérdida de carga por fricción es en realidad un término, que está representando las condiciones y características de una tubería, tales como: el material de que está construido el tubo, su estado en un momento dado, la longitud de la misma, su diámetro, velocidad de circulación.

Son las leyes de Chezy las que nos enuncian su relación:

I.- La carga por fricción es proporcional a la longitud de la tubería.

II.- La carga por fricción es inversamente proporcional al diámetro del tubo.

* Sobre una base de 15° C.-

III.- La carga por fricción es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad de circulación.

Darcy resume éstas en su fórmula:

$$H_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Para tuberías circulares "y":

$$H_f = \frac{fLv^2}{4R2g}$$

Para tuberías no circulares.

H_f = Pérdida por carga de fricción.

f = Coeficiente.

L = Longitud de la tubería.

D = Diámetro del tubo.

R = Radio hidráulico.

v = Velocidad.

g = Gravedad = 9.81 m/s²

Valores de "f" para emplearse en la fórmula de Darcy.

Diámetro en pulgadas	TUBERIA DE HIERRO								TUBERIA DE CONCRETO			
	NUEVA				VIEJA							
	Velocidad en metros por segundo											
	0.50	1.50	3.00	6.00	0.50	1.50	3.00	6.00	0.50	1.50	3.00	6.00
1	.040	.035	.034	.030	.071	.071	.071	.071	.055	.047	.043	.039
3	.030	.027	.025	.023	.054	.054	.054	.054	.042	.035	.033	.030
6	.025	.023	.021	.019	.045	.045	.045	.045	.035	.030	.027	.025
10	.022	.020	.019	.017	.040	.040	.040	.040	.031	.026	.024	.022
15	.020	.018	.017	.015	.036	.036	.036	.036	.027	.024	.022	.020
24	.018	.016	.015	.013	.032	.032	.032	.032	.024	.021	.019	.018
36	.016	.014	.014	.012	.029	.029	.029	.029	.022	.019	.017	.016
48	.015	.013	.013	.011	.026	.026	.026	.026	.020	.018	.016	.015
72	.013	.012	.011	.010	.024	.024	.024	.024	.019	.016	.015	.013

GRADIENTE HIDRAULICO (Pendiente hidráulica).- Es la recta que representa el trazado de la carga de elevación más la carga de presión.

Si en un punto B de la tubería se inserta un tubo, el agua penetrará y ascenderá hasta un determinado nivel, esa altura se denomina altura piezométrica, misma que nos dará la medida de presión para ese punto.

$$\text{La pendiente hidráulica de la tubería} = \frac{H_f}{L}$$

FORMULAS DE HAZEN - WILLIAMS:

$$v = K_2 D^{0.63} h^{0.54}$$

$$Q = K_3 D^{2.63} h^{0.54}$$

$$H_f = K_4 \frac{L v^{1.852}}{D^{1.167}}$$

Para tuberías extremadamente lisas y tendidas perfectamente alineadas.

$$K_2 = 1.19 ; K_3 = 0.935 ; K_4 = 0.000724$$

Para tuberías nuevas de hierro fundido, así como tuberías de concreto lisas y alineadas.

$$K_2 = 1.105 ; K_3 = 0.868 ; K_4 = 0.000831$$

Para tuberías nuevas de acero, remachadas en espiral y cuando la circulación es en sentido del traslape, así como tuberías de hierro fundido con 10 años de uso.

$$K_2 = 0.935 ; K_3 = 0.734 ; K_4 = 0.001132$$

Para tuberías de madera, lisas y en buen estado. Tubería de concreto pre-colado, tuberías de hierro forjado, lisas y bien alineadas:

$$K_2 = 1.020 ; K_3 = 0.801 ; K_4 = 0.000963$$

Para tuberías de hierro viejas y en muy malas condiciones.

desde:

$$K_2 = 0.680 ; K_3 = 0.534 ; K_4 = 0.002041$$

hasta:

$$K_2 = 0.510 ; K_3 = 0.401 ; K_4 = 0.003399$$

Para tuberías de muy pequeño diámetro, fuertemente incrustadas y en pésimas condiciones:

$$K_2 = 0.340 ; K_3 = 0.267 ; K_4 = 0.007375$$

Pérdida de carga por entrada.- Esta pérdida de carga es menor conforme se facilite la entrada del líquido se resuelve por la fórmula:

$$H_e = K_e \frac{v^2}{2g}$$

H_e = Pérdida de carga por entrada.

K_e = Coeficiente.

v = Velocidad.

g = Gravedad (9.81)

Valores del coeficiente K_e :

Para tubo re-entrante.

Para entrada con aristas en ángulo recto.

Para entrada con aristas ligeramente redondeadas.

Para entrada con aristas abocinadas.

$$K_e = 0.78$$

$$K_e = 0.50$$

$$K_e = 0.23$$

$$K_e = 0.04$$

Pérdida de carga por salida.- Son los casos, como un sifón invertido, la descarga en un depósito y salida del mismo en los cuales se ha encontrado experimentalmente que la carga de transición de entrada es de 0.1 del incremento de carga de velocidad y en la transición de salida se supone que la pérdida es 0.2 de la misma diferencia de cargas de velocidad, se puede calcular por la fórmula:

$$H_s = 0.1 \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

H_s = Pérdida de carga por salida.

v_2 = Velocidad de salida.

v_1 = Velocidad de entrada.

g = Gravedad (9.81)

Pérdidas por brusco ensanchamiento de la sección.- En un punto dado la tubería cambia bruscamente de diámetro de menor a mayor, produce turbulencias y como resultado pérdida de carga, Argher dedujo la siguiente fórmula:

$$H_T = 0.997 \frac{(v_1 - v_2)^{1.919}}{2g} \quad \therefore H_T = 0.058 (v_1 - v_2)^{1.919}$$

Para cuando se conocen las velocidades:

H_T = Pérdida por brusco ensanchamiento de la sección.
 v_1 = Velocidad de entrada.
 v_2 = Velocidad en el diámetro mayor.

$$H_T = \alpha \frac{v^2}{2g} \left(\frac{A}{A_0} - 1 \right)^2$$

A_0 = Sección conducción normal.

A = Sección conducción ensanchada.

$\alpha = 1.00$ a 1.10 para $\frac{A}{A_0} < 4$

Pérdida por ampliación gradual.- Cuando el aumento de sección es gradual se resuelve por la fórmula.

$$H_g = \mu \frac{v_1^2}{2g}$$

H_g = Pérdida por ampliación gradual de la sección.

μ = Coeficiente.

v = Velocidad.

g = Gravedad (9.81)

Valores de μ para el cálculo de pérdida por ampliación gradual.

$\frac{d_2}{d_1}$	θ = Angulo del cono															
	2°	4°	6°	8°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	60°		
1.1	.01	.01	.01	.02	.03	.05	.10	.13	.16	.18	.19	.20	.21	.23		
1.1	.02	.02	.02	.03	.04	.09	.16	.21	.25	.29	.31	.33	.35	.37		
1.4	.02	.03	.03	.04	.06	.12	.23	.30	.36	.41	.44	.47	.50	.53		
1.6	.03	.03	.04	.05	.07	.14	.26	.35	.42	.47	.51	.54	.57	.61		
1.8	.03	.04	.04	.05	.07	.15	.28	.37	.44	.50	.54	.58	.61	.65		
2.0	.03	.04	.04	.05	.07	.16	.29	.38	.46	.52	.56	.60	.63	.68		
2.5	.03	.04	.04	.05	.08	.16	.30	.39	.48	.54	.58	.62	.65	.70		
3.0	.03	.04	.04	.05	.08	.16	.31	.40	.48	.55	.59	.63	.66	.71		
∞	.03	.05	.05	.06	.08	.16	.31	.40	.49	.56	.60	.64	.67	.72		

Pérdida por reducción brusca de la sección.- La solución se encuentra en la relación diámetro, velocidad, en el tubo de menor sección y se resuelve por la fórmula:

$$H_n = \phi \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

en la:

$$\phi = \left(\frac{1}{m\delta} - 1 \right)^2 ; \quad \delta = \frac{A_0}{A}$$

H_M = Pérdida por reducción brusca de la sección.

ϕ = Coeficiente.

v = Velocidad.

m = Coeficiente de contracción reducida.

δ = Razón.

A_0 = Sección reducida.

A = Sección normal.

Valores de Coeficientes

δ	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
ϕ	0.5	1	2	4	8	18	50	200

$$m = 0.82 - 0.04 \frac{L}{D}$$

PERDIDA POR DESVIACION BRUSCA:

$$H_D = \beta \frac{v^2}{2g}$$

θ = ángulo de desviación entonces valores de β

θ	20°	40°	60°	80°	90°	100°	120°
β	0.046	.139	.364	.740	.980	1.26	1.86

$$\text{También: } H_D = C \frac{\theta}{90^\circ} \frac{v^2}{2g}$$

H_D = Pérdida por desviación de carga.

C = Coeficiente de valor 0.25

β = Coeficiente.

θ = Angulo de desviación.

v = Velocidad.

g = Gravedad (9.81)

POR DESVIACION DE RECODO CIRCULAR:

$$\rho = \frac{R}{r} \quad H_R = \gamma \frac{\theta}{90^\circ} \frac{v^2}{2g}$$

H_R = Pérdida por desviación circular.

R = Radio del codo o de la curva.

r = Radio hidráulico.

ρ = Razón.

θ = Angulo de desviación.

v = Velocidad.

γ = Coeficiente.

g = Gravedad (9.81).

Valores de γ

ρ	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	0.95	1.9
γ	.13	.14	.16	.21	.28	.44	.66	.98	1.4	2

FORMULA DE MANNING

$$Q = \frac{A}{n} r^{2/3} s^{1/2} \therefore s = 10.3 n^2 \left(\frac{Q}{D^{8/3}} \right)^2 \therefore s = KQ^2 \quad K = 10.3 \frac{n^2}{D^{16/3}} ; hf = KLQ^2$$

en donde, hf = Pérdida por fricción en m. K = Constante L = Longitud en m. Q = Gasto en m³/seg.

DIAMETRO		n = 0.009	n = 0.010	n = 0.011	n = 0.012	n = 0.013	n = 0.014	n = 0.015	n = 0.016
Pulg	M	K	K	K	K	K	K	K	K
1/2	.013	9,553,264.60	11,798,396.33	14,318,442.15	16,953,035.50	19,931,217.48	23,138,602.52	26,575,028.64	30,240,549.83
3/4	.019	1,261,724.66	1,558,245.08	1,891,074.13	2,239,031.77	2,632,375.19	3,055,975.79	3,509,833.59	3,993,948.56
1	.025	292,631.58	361,403.51	438,596.49	519,298.25	610,529.82	708,771.93	817,543.86	926,315.79
1 1/4	.032	77,943.93	96,261.68	116,822.43	138,317.76	162,616.82	188,785.05	216,822.43	246,728.97
1 1/2	.038	31,353.38	38,721.80	46,992.48	55,639.10	65,413.53	75,939.85	87,218.05	99,248.12
2	.051	6,515.63	8,046.88	9,765.63	11,562.50	13,593.75	15,781.25	18,125.78	20,625.00
2 1/2	.064	1,944.06	2,400.93	2,913.75	3,449.88	4,055.94	4,708.62	5,407.93	6,153.85
3	.076	779.44	962.62	1,168.22	1,383.18	1,626.17	1,887.85	2,168.22	2,467.29
4	.102	161.63	199.61	242.25	286.82	337.21	391.47	449.61	511.63
5	.127	50.24	62.05	75.30	89.16	104.82	121.69	139.76	159.04
6	.152	19.26	23.79	28.87	34.18	40.18	46.65	53.58	60.97
8	.203	4.11	5.07	6.16	7.29	8.57	9.95	11.43	13.00
10	.254	1.24	1.54	1.87	2.21	2.60	3.01	3.46	3.94
12	.305	46854	58262	70225	83146	97753	115	130	148
14	.356	20593	25432	30864	36543	42963	49877	57284	65185
16	.406	10208	12610	15300	18115	21297	24725	28397	32313
18	.457	05416	06688	08123	09610	11299	13117	15065	17143
20	.508	03088	03815	04630	05481	06444	07481	08593	09778
24	.610	01165	01439	01746	02067	02430	02821	03240	03687
30	.762	00355	00439	00533	00631	00742	00861	00989	01125
36	.914	00135	00166	00202	00239	00281	00326	00375	00426
42	1.067	00059	00073	00088	00105	00123	00143	00164	00187
48	1.219	00029	00036	00043	00051	00061	00070	00081	00092
54	1.372	00015	00019	00023	00027	00032	00037	00043	00049

NOTA: El valor "n" para tuberías de Cemento-Reforzado es de 0.010; para PVC = 0.009. Los valores de "K" corresponden a los diámetros indicados en la tabla en el sistema métrico decimal.

$$H_f = f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g}$$

VALORES "f" EN LA FORMULA DE DARCY - WEISBACH DETERMINADAS POR FANNING, PARA TUBERIAS RECTAS DE TUBOS LISOS

DIAMETRO		VELOCIDAD MEDIA (V) EN METROS POR SEGUNDO								
mm.	PULG.	0.15	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	3.00	4.50	6.00
12.7	0.5	0.0418	0.0381	0.0340	0.0317	0.0300	0.0287	0.0250	0.0237	0.0231
19.0	0.75	0.0405	0.0366	0.0329	0.0308	0.0292	0.0280	0.0247	0.0235	0.0229
25.4	1	0.0398	0.0353	0.0317	0.0300	0.0285	0.0274	0.0245	0.0234	0.0228
38.1	1.5	0.0384	0.0343	0.0310	0.0292	0.0278	0.0268	0.0241	0.0231	0.0226
50.8	2	0.0364	0.0330	0.0301	0.0284	0.0272	0.0263	0.0237	0.0228	0.0223
76.2	3	0.0354	0.0317	0.0288	0.0273	0.0263	0.0254	0.0232	0.0224	0.0219
101.6	4	0.0340	0.0306	0.0279	0.0265	0.0255	0.0247	0.0226	0.0219	0.0214
127.0	5	0.0328	0.0297	0.0271	0.0258	0.0249	0.0241	0.0222	0.0215	0.0211
152.4	6	0.0317	0.0289	0.0264	0.0252	0.0243	0.0236	0.0219	0.0212	0.0208
203.2	8	0.0296	0.0275	0.0253	0.0242	0.0234	0.0227	0.0212	0.0207	0.0202
254.0	10	0.0283	0.0262	0.0242	0.0232	0.0225	0.0220	0.0206	0.0201	0.0197
304.8	12	0.0268	0.0250	0.0233	0.0224	0.0218	0.0213	0.0201	0.0196	0.0192
355.6	14	0.0256	0.0241	0.0225	0.0217	0.0211	0.0207	0.0196	0.0192	0.0188
406.4	16	0.0244	0.0232	0.0218	0.0210	0.0205	0.0201	0.0192	0.0188	0.0184
457.2	18	0.0236	0.0224	0.0211	0.0204	0.0199	0.0196	0.0188	0.0183	0.0181
508.0	20	0.0229	0.0216	0.0204	0.0198	0.0194	0.0191	0.0184	0.0180	0.0177
609.6	24	0.0212	0.0202	0.0193	0.0187	0.0184	0.0182	0.0176	0.0173	0.0170
762.0	30	0.0194	0.0186	0.0179	0.0175	0.0173	0.0171	0.0166	0.0163	0.0161
914.4	36	0.0177	0.0171	0.0166	0.0164	0.0162	0.0161	0.0156	0.0154	0.0152
1067.0	42	0.0164	0.0160	0.0156	0.0154	0.0153	0.0152	0.0148	0.0146	0.0145
1219.0	48	0.0153	0.0150	0.0147	0.0146	0.0145	0.0144	0.0141	0.0139	0.0138
1371.0	54	0.0144	0.0142	0.0140	0.0138	0.0137	0.0137	0.0134	0.0133	0.0132
1524.0	60	0.0137	0.0135	0.0133	0.0132	0.0131	0.0131	0.0128	0.0127	0.0125
1829.0	72	0.0126	0.0124	0.0122	0.0120	0.0120	0.0119	0.0117	0.0117	0.0117
2133.0	84	0.0117	0.0115	0.0113	0.0112	0.0112	0.0111	0.0109	0.0109	0.0108

NOTA: Los anteriores valores de "f" usados para tubería Cemento-Reforzado, dan un incremento de 20 a 30% con respecto a las fórmulas de Manning, Hazen, Williams y otros investigadores.

GOLPE DE ARIETE

1.- El máximo valor para el golpe de ariete, será cuando el tiempo de cierre de la válvula sea:

$$T \leq \frac{2L}{a}$$

en donde:

T = Tiempo de cierre en seg.

L = Longitud de la tubería.

a = Velocidad propagación de la onda de presión en m/seg.;

$$a = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{KD}{Ee}}}$$

K = Módulo de elasticidad del agua en Kg/cm² = 20738

D = Diámetro interior del tubo en cm.

E = Módulo de elasticidad del material que forme el tubo. (*)

e = Espesor de las paredes del tubo en cm.

(*) Para Cemento Reforzado (Fibro-cemento) el módulo de elasticidad = 210,000

2.- Para la condición anterior y empleando la fórmula de Micheaud, tenemos:

$$h = \frac{2Lv}{gT} \quad (\text{Micheaud})$$

h = Altura en metros de la columna.

v = Velocidad del agua en la tubería en m/seg.

g = Gravedad, aceleración (m/seg.²).

Sustituyendo el valor de T :

$$h = \frac{2Lv}{g \frac{2L}{a}} \quad \therefore \quad h = \frac{av}{g}$$

o sea:

$$h = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{KD}{Ee}}} = \frac{145v}{\sqrt{1 + \frac{KD}{Ee}}}$$

9.81

En donde h = valor de la sobrepresión por golpe de ariete, dado en metros de columna de agua.

Para la debida protección del equipo de bombeo, deberá instalarse una válvula reductora de golpe de ariete, que, para efectos de cálculo, tomará el 80% del valor de h ; el 20% restante lo tomará la tubería.

CONSTANTES PARA EL USO DE LA TUBERIA DE PRESION CEMENTO REFORZADO (FIBRO-CEMENTO)

Módulo de Elasticidad	210.000 Kg/cm ²
Densidad (En Seco)	1.650 a 1.850 Kg/m ³
Conductividad Térmica	$K = 0.6 \frac{\text{Kg. Cal. m}}{\text{Hrs. } ^\circ \text{C m}^2}$
Calor específico	0.23 Cal/gr ^o C 100 ^o C.
Coefficiente de dilatación térmica	$1.5 \times 10^{-6} \text{ cm/cm}^\circ \text{C}$
Coefficiente de expansión por humedad	$0.59 \text{ a } 0.78 \times 10^{-5} \text{ cm/cm}\%$
Cambios de humedad.	
Condiciones atmosféricas normales 2%, Condiciones Saturados 15% a25%	
Coefficiente de Fricción para la fórmula de Hazen-Williams	C=140.
Coefficiente de Fricción para la fórmula de Manning	n = 0.009.
Esfuerzo axial a la compresión	420 Kg/cm ²
Esfuerzo axial a la tensión	130.0 a 250 Kg/cm ²
Esfuerzo Cortante	280 Kg/cm ²

FACTORES QUE DEBEN CONSIDERARSE EN LA SELECCION DE TUBERIA CEMENTO REFORZADO (FIBRO-CEMENTO)

La resistencia de una tubería debe ser suficiente para resistir las fuerzas combinadas de presión interna y carga externa en la zanja. Las condiciones bajo las cuales la tubería es instalada influye también en la capacidad de la misma para resistir estos esfuerzos.

Para el servicio satisfactorio de una tubería deben considerarse en la selección de su clase las condiciones de encamado así como las fuerzas internas y externas actuando sobre la misma. Para lo cual se usa la ecuación siguiente:

$$W = w \sqrt{\frac{P - p}{P}}$$

P = Presión de rotura en Kg/cm² que romperá el tubo cuando no exista carga externa 3.5 a 4 veces la presión de trabajo.

W = Carga de aplastamiento en Kg/m lineal de tubería, valor de la Norma.

p = Presión de rotura en Kg/cm² la que en combinación con alguna carga externa w , aplicada en el método de los tres apoyos. Fracturará la tubería.

w = Carga de aplastamiento en Kg/m de tubería aplicada en el método de los tres apoyos en la que en combinación con alguna presión interna (p) fracturará la tubería.

Fórmula de Marston por determinación de las cargas por gravedad. Cuando la relación del ancho de zanja al diámetro del tubo es mayor de 2 a 3.

$$W_c = C_c W B_c^2$$

en donde.

W_c = Carga sobre la tubería (Kg/m).

w = Peso volumétrico de la tierra (Kg/m³).

B_c = Diámetro exterior del tubo en (m).

H = Profundidad de relleno; Cuando $\frac{H}{B_c} > 13$ el coeficiente se calcula:

$$C_c = 1.892 \frac{H}{B_c} - 0.96$$

CONDICIONES DE ENCAMADO

DESCRIPCION:

CLASE "A"	Grava o base de arena-Relleno apisonado.
CLASE "B"	Igual que A.- Relleno no apisonado.
CLASE "C"	Tubería instalada sobre montículos de tierra o mediante conchas de acoplamiento.- Relleno apisonado.
CLASE "D"	Igual que C, pero relleno no apisonado.

FACTORES DE CARGA QUE DEBEN APLICARSE EN LOS DIFERENTES TIPOS DE ENCAMADOS

ENCAMADO	DIAMETRO DEL TUBO EN M. M.	FACTOR DE CARGA
CLASE "A"	100 hasta 300	1.7
	350 " 500	1.8
	600 " 900	2.0
CLASE "B"	100 hasta 900	1.5
CLASE "C"	100 hasta 300	1.3
	350 " 500	1.4
	600 " 900	1.5
CLASE "D"	100 hasta 900	1.1

RESISTENCIA MINIMA DE APLASTAMIENTO

[illegible]

Nota: Los valores de carga en ton/m² se refiere al área de proyección del tubo, como ésta como el producto de la longitud por el diámetro nominal, ambos en metros. Acorde a la Norma NMX-12-1994-SCFI

Rendimiento aproximado de instalación de Tubería Cemento Reforzado en metros lineales y jornada de 8 Hrs. de trabajo con cuadrilla de 6 hombres hasta diámetros de 18" y de 10 hombres en los diámetros de 20"Ø a 36" Ø

En condiciones normales de trabajo.

DIAMETRO		CLASES A-5 y A-7		CLASES A-10 y A-14	
MM	PULG.	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO
75	3	500	700	500	700
100	4	500	700	500	700
150	6	400	600	320	600
200	8	320	600	200	600
250	10	200	500	150	400
300	12	150	450	100	350
350	14	100	450	90	350
400	16	100	350	75	300
450	18	100	350	80	300
500	20	80	320	40	240
600	24	80	320	28	160
750	30	40	160	28	80
900	36	40	160	28	80

NOTA:

El rendimiento mínimo esta considerado con un acarreo manual máximo de 1 km., y el máximo se ha considerado la tubería a orilla de la cepa.

Se podrán tener rendimientos mayores si el acarreo a la cepa se hace con vehículo y si se cuenta con tripié y diferencial o cualquier otra herramienta análoga para bajar al fondo de la cepa y mover tubos mayores de 400 kg.

TUBERIAS DE PLASTICO

Se dividen en dos tipos: {
TUBERIAS PVC
TUBERIAS PAD y PBD.

TUBERIAS PVC

Están fabricadas con cloruro de Polivinilo; sus iniciales PVC en el idioma inglés quiere decir "Poli-Vinil-Chloride" y son las adoptadas internacionalmente para denominar este producto.

Se elabora a partir de compuestos formulados usando la resina de cloruro de Vinilo polimerizado, como materia prima básica.

Las primeras instalaciones de tubería PVC, se hicieron en Alemania en el año de 1935. Hoy en día es un material completamente aceptado, siendo sus aplicaciones desde las más sencillas instalaciones domiciliarias, hasta las más complejas de tipo industrial: redes de distribución de agua potable, conducciones de desechos, redes de gas natural y muchas otras más.

TUBERIAS PAD (HDP) y PBD (LDP)

Están fabricadas con polietileno, son tubos flexibles que se dividen en dos ramas: PAD Polietileno de Alta Densidad y PBD Polietileno de Baja Densidad. Sus iniciales HDP en el idioma inglés quieren decir "High Density Polietilene" y las iniciales LDP quiere decir "Low Density Polietilene".

Sus aplicaciones difieren de acuerdo con sus características, recomendándose para usos en agua potable la tubería PAD y para conduit la tubería PBD.

Las tuberías plásticas se cortan fácilmente con sierra para madera o metales. En diámetros chicos se cortan con cuchillo.

Para su codificación se agrupan por la relación que existe entre su diámetro exterior y su espesor de pared; a esta relación se le denomina "RD".

Para la identificación en el uso de estas tuberías, se utilizan distintos colores que las diferencian unas de las otras, siendo estos:

Agua potable	PVC	Blanco.
Agua potable	PAD	Negro.
Industrial	PVC	Blanco.
Gas natural	PVC	Amarillo
Gas natural	PAD	Amarillo
Sanitario	PVC	Blanco
Riego	PVC	Blanco
Alcantarillado	PVC	Marrón
Conduit	PVC	Verde olivo.
Conduit	PAD	Naranja

TUBERIA HIDRAULICA PVC CON CAMPANA PARA AGUA POTABLE

DIAM. NOMINAL		RD	PRESION MAX. DE TRABAJO
mm.	pulgadas		Kg/cm ²
38	1 1/2	26	11.2
50	2	26	11.2
60	2 1/2	26	11.2
60	2 1/2	32.5	9.0
75	3	26	11.2
75	3	32.5	9.0
90	3 1/2	41	7.1
100	4	26	11.2
100	4	41	7.1
125	5	41	7.1
150	6	26	11.2
150	6	41	7.1
200	8	41	7.1

TUBERIA HIDRAULICA PVC CON EXTREMOS LISOS PARA AGUA POTABLE

DIAM. NOMINAL		RD	PRESION MAX. DE TRABAJO
mm.	pulgadas		Kg/cm ²
10	3/8	13.5	22.4
13	1/2	13.5	22.4
19	3/4	17.0	18.0
25	1	26	11.2
32	1 1/4	26	11.2
38	1 1/2	26	11.2
50	2	26	11.2
60	2 1/2	26	11.2
60	2 1/2	32.5	9.0
75	3	26	11.2
75	3	32.5	9.0
90	3 1/2	41	7.1
100	4	26	11.2
100	4	41	7.1
125	5	41	7.1
150	6	26	11.2
150	6	41	7.1
200	8	41	7.1

**TUBERIA HIDRAULICA PVC CON EXTREMOS LISOS
PARA USOS INDUSTRIALES**

DIAM. NOMINAL		RD	PRESION MAX. DE TRABAJO
mm.	pulgadas		Kg/cm ²
10	3/8	13.5	22.4
13	1/2	13.5	22.4
19	3/4	13.5	22.4
19	3/4	17	18.0
25	1	13.5	22.4
25	1	17	18.0
25	1	26	11.2
32	1 1/4	13.5	22.4
32	1 1/4	17	18.0
32	1 1/4	26	11.2
38	1 1/2	13.5	22.4
38	1 1/2	17	18.0
38	1 1/2	26	11.2
50	2	13.5	22.4
50	2	17	18.0
50	2	26	11.2
60	2 1/2	13.5	22.4
60	2 1/2	17	18.0
60	2 1/2	26	11.2
60	2 1/2	32.5	9.0
75	3	13.5	22.4
75	3	17	18.0
75	3	26	11.2
75	3	32.5	9.0
90	3 1/2	41	7.1
100	4	13.5	22.4
100	4	17	18.0
100	4	26	11.2
100	4	41	7.1
125	5	41	7.1
150	6	13.5	22.4
150	6	17	18.0
150	6	26	11.2
150	6	41	7.1
200	8	41	7.1

**TUBERIA HIDRAULICA PVC CON EXTREMOS LISOS
PARA CONDUCCION DE GAS NATURAL**

DIAM. NOMINAL		RD	PRESION MAX. DE TRABAJO
mm.	pulgadas		Kg/cm ²
13	1/2	13.5	22.4
19	3/4	13.5	22.4
25	1	13.5	22.4
32	1 1/4	17	18.0
32	1 1/4	13.5	22.4
38	1 1/2	21	14.0
38	1 1/2	17	18.0
50	2	26	11.2
50	2	17	18.0
60	2 1/2	26	11.2
60	2 1/2	17	18.0
75	3	26	11.2
75	3	17	18.0
100	4	26	11.2
100	4	17	18.0
150	6	26	11.2
150	6	17	18.0

TUBERIA PVC PARA INSTALACIONES SANITARIAS

DIAMETRO NOMINAL	
mm.	pulgadas
38	1 1/2
50	2
75	3
100	4
150	6

TUBERIA PAD PARA CONDUCIR FLUIDOS A PRESION

DIAM. NOMINAL		RD	PRESION MAX. DE TRABAJO
mm.	pulgadas		Kg/cm ²
10	3/8	9	8.8
13	1/2	9	8.8
19	3/4	9	8.8
25	1	9	8.8
32	1 1/4	15	5.6
38	1 1/2	15	5.6
50	2	15	5.6
60	2 1/2	15	5.6
75	3	15	5.6
100	4	15	5.6
150	6	15	5.6

ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE ACERO

Medida Nominal	DIAMETRO EXTERNO		CEDULA	ESPESOR PARED		DIAMETRO INTERNO	
	Pulg.	mm.		Pulg.	mm.	Pulg.	mm.
1/8	0.405	10.3	40	.068	1.7	.269	6.8
			80	.095	2.4	.215	5.5
1/4	0.540	13.7	40	.088	2.2	.364	9.2
			80	.119	3.0	.302	7.7
3/8	0.675	17.1	40	.091	2.3	.493	12.5
			80	.126	3.2	.423	10.7
1/2	0.840	21.3	40	.109	2.8	.622	15.8
			80	.147	3.7	.546	13.9
3/4	1.050	26.7	40	.113	2.9	.824	20.9
			80	.154	3.9	.742	18.8
1	1.315	33.4	40	.133	3.4	1.049	26.6
			80	.179	4.5	.957	24.3
1 1/4	1.660	42.2	40	.140	3.6	1.380	35.0
			80	.191	4.9	1.278	32.5
1 1/2	1.900	48.3	40	.145	3.7	1.610	40.9
			80	.200	5.1	1.500	38.1
2	2.375	60.3	40	.154	3.9	2.067	52.5
			80	.218	5.6	1.939	49.0
2 1/2	2.875	73.0	40	.203	5.2	2.469	62.7
			80	.276	7.0	2.323	59.0
3	3.500	88.9	40	.216	5.5	3.068	77.9
			80	.300	7.6	2.900	73.7
3 1/2	4.000	101.6	40	.226	5.7	3.548	90.2
			80	.318	8.1	3.364	85.4
4	4.500	114.3	40	.237	6.0	4.026	102.3
			80	.337	8.6	3.826	97.2
5	5.563	141.3	40	.258	6.6	5.047	128.2
			80	.375	9.5	4.813	122.3
6	6.625	168.3	40	.280	7.1	6.065	154.1
			80	.432	11.0	5.761	146.3
8	8.625	219.1	40	.322	8.2	7.981	202.7
			80	.500	12.7	7.625	193.7
10	10.750	273.1	40	.365	9.3	10.020	254.5
			80	.593	15.1	9.564	242.9
12	12.750	323.9	40	.406	10.3	11.938	303.2
			80	.687	17.4	11.376	289.0

PESOS Y DIMENSIONES NORMALES DE TUBO DE ACERO SOLDADO Y SIN COSTURA

Diámetro (Nominal Interior)	ESTANDAR		REFORZADO		EXTRA REFORZADO	
	Diámetro Exterior	Cuerda Hilos por Pulgada	Esesor Pulgadas	Peso por pie con coples Libras	Esesor Pulgadas	Peso por pie Libras
1/8	0.405	27	0.068	0.25	0.095	0.31
1/4	0.540	18	0.088	0.43	0.119	0.54
3/8	0.675	18	0.091	0.57	0.126	0.74
1/2	0.840	14	0.109	0.85	0.147	1.09
3/4	1.050	14	0.113	1.13	0.154	1.47
1	1.315	11-1/2	0.133	1.68	0.179	2.17
1-1/4	1.660	11-1/2	0.140	2.28	0.191	3.00
1-1/2	1.900	11-1/2	0.145	2.73	0.200	3.63
2	2.375	11-1/2	0.154	3.68	0.218	5.02
2-1/2	2.875	8	0.203	5.82	0.276	7.66
3	3.500	8	0.216	7.62	0.300	10.25
3-1/2	4.000	8	0.226	9.20	0.318	12.51
4	4.500	8	0.237	10.89	0.337	14.98
5	5.563	8	0.258	14.81	0.375	20.78
6	6.625	8	0.280	19.19	0.432	28.57
8	8.625	8	0.277	25.00	-	-
8	8.625	8	0.322	28.81	0.500	43.39
10	10.750	8	0.279	32.00	-	-
10	10.750	8	0.307	35.00	-	-
10	10.750	8	0.365	41.13	0.500	54.74
12	12.750	8	0.330	45.00	-	-
12	12.750	8	0.375	50.71	0.500	65.42

DIMENSIONES Y PESOS TEORICOS DEL TUBO DE COBRE

DIAMETROS NOMINALES		Diam. Exterior mm. (1)		Superficie Exterior m ² /m	TIPO K			TIPO L			TIPO M		
		Pulg. Amer	mm. métrico		Espesor mm.	Diam. Inter mm.	Peso Teór. Kg/m (2)	Espesor mm.	Diam. Inter mm.	Peso Teór. Kg/m (2)	Espesor mm.	Diam. Inter mm.	Peso Teór. Kg/m (2)
1/8	3	1/8	3	0.0199	0.813	4.724	0.126	0.635	5.080	0.102	0.635	5.008	0.012
1/4	6	1/4	6	0.0299	0.813	7.899	0.199	0.762	8.001	0.188	0.635	8.255	0.159
3/8	10	3/8	10	0.0399	1.245	10.210	0.400	0.889	10.922	0.385	0.635	11.430	0.215
1/2	13	1/2	13	0.0499	1.245	13.385	0.511	1.016	13.843	0.424	0.711	14.453	0.303
5/8	16	5/8	16	0.0598	1.245	16.560	0.622	1.067	16.916	0.539	0.762	17.526	0.391
3/4	20	3/4	20	0.0698	1.651	18.923	0.954	1.143	19.939	0.677	0.813	20.599	0.489
1	25	1	25	0.0898	1.651	25.273	1.248	1.270	26.035	0.974	0.903	26.797	0.691
1 1/4	32	1 1/4	32	0.1097	1.651	31.623	1.543	1.397	32.131	1.316	0.994	32.791	1.014
1 1/2	40	1 1/2	40	0.1297	1.829	37.617	2.026	1.524	38.227	1.701	1.084	38.785	1.399
2	50	2	50	0.1696	2.108	49.759	3.071	1.778	50.419	2.607	1.265	51.029	2.172
2 1/2	60	2 1/2	60	0.2095	2.413	61.849	4.355	2.032	62.611	3.689	1.651	63.373	3.015
3	8	3	8	0.2494	2.769	73.837	5.957	2.286	74.803	4.949	1.829	75.717	3.983
3 1/2	90	3 1/2	90	0.2893	3.048	85.979	7.621	2.540	86.995	6.387	2.108	87.859	5.327
4	100	4	100	0.3292	3.404	97.967	9.690	2.794	99.187	8.003	2.413	99.949	6.937
5	125	5	125	0.4090	4.064	122.047	14.394	3.175	123.825	11.325	2.769	124.637	9.907
6	150	6	150	0.4888	4.877	145.821	20.641	3.556	148.463	15.183	3.099	149.377	13.207
8	200	8	200	0.6483	6.883	192.609	38.567	5.080	196.215	28.720	4.318	197.739	24.504
10	250	10	250	0.8079	8.585	240.005	59.941	6.350	244.475	44.733	5.385	246.405	38.080
12	300	12	300	0.9675	10.287	287.401	86.008	7.112	293.751	60.096	6.452	295.071	54.636

CIRCULACION DEL AGUA EN CANALES.- Son canales aquellos conductos por donde circula el agua, debido a la acción de la gravedad exclusivamente.

CANALES CERRADOS.- Son aquellas tuberías por las que circula un caudal, que no llega a cubrir totalmente su diámetro.

CANALES ABIERTOS.- son aquellos que están en contacto directo con el aire.



Diferentes tipos de regímenes.- Se dice que cuando en una sección dada circula un mismo gasto es **régimen continuo** y si por accidentes del terreno no circula un mismo gasto, es un **régimen variable**.

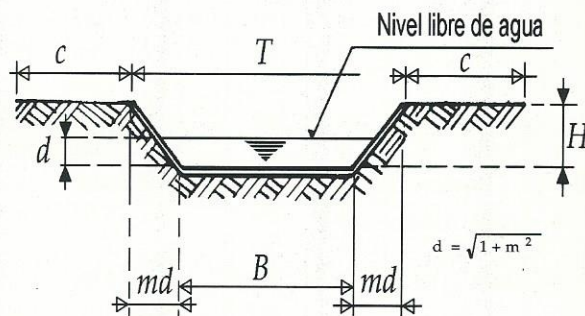
Cuando el régimen continuo proviene de una sección constante a todo lo largo del canal y por lo tanto tiene velocidades iguales, se dice que es un **régimen uniforme**.

Cuando la pendiente es muy fuerte y la velocidad del agua va en aumento y el tirante disminuye, se dice que es un **régimen variado**.

En el caso de que un régimen variado alcance variaciones en su gasto, de un máximo a un mínimo, se dice que es **régimen ondulatorio**.

En el caso de que un régimen variado alcance variaciones en su gasto, sin ninguna norma, se dice que es **régimen creciente**.

Nomenclatura de un canal.



d = Profundidad máxima del agua en el canal. (tirante)

B = Ancho de la plantilla.

T = Ancho de la lámina de agua.

C = Corona del bordo.

H = Altura del bordo.

$H-d$ = Altura libre del bordo.

θ = Angulo de inclinación de las paredes del bordo.

m = Proyección horizontal del talud ($m = \cot \theta$)

s = Pendiente del canal.

β = Angulo de inclinación del eje del canal con respecto a un punto dado.

RADIO HIDRAULICO.- Es la relación del área de la sección del caudal con respecto al perímetro mojado.

$$\frac{A}{P} = r$$

A = área del caudal.
 P = perímetro mojado.
 r = radio hidráulico.

De fórmula de Chesy para calcular pérdida de carga por fricción en tuberías, se utiliza para calcular la pérdida de carga para canales cerrados de tipo circular, cuando el caudal es igual al diámetro.

$$H_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

pero:
$$r = \frac{A}{P} = \frac{1/4 \pi D^2}{\pi D} = \frac{D}{4}$$

entonces:
$$H_f = f \frac{L}{r} \frac{v^2}{g}$$

misma que se puede escribir:

$$v = \sqrt{\frac{8grH_f}{L_f}} = \sqrt{\frac{8g}{f}} \sqrt{\frac{rH_f}{L}}$$

Haciendo:
$$\frac{H_f}{L} = S \quad y \quad C = \frac{8g}{f}$$

obtenemos:
$$v = C \sqrt{rs}$$

Como el valor C depende de algunas constantes, radio hidráulico, pendiente y las condiciones del canal que sintetizadas dan el valor de n que representan el coeficiente de rugosidad.

$$\therefore C = \frac{1}{n} r^{1/6}$$

que sustituyendo estos valores en el cálculo de velocidad, obtenemos la fórmula propuesta por Manning.

$$v = \frac{1}{n} r^{2/3} s^{1/2}$$

(ver tabla de valores de "n" dados por Horton en la página 92)

El coeficiente C en la fórmula de Chezy propuesto por Bazin, en el sistema métrico es:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{r}}}$$

$$v = \frac{87\sqrt{rs}}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{r}}}$$

$\therefore$

s = Pendiente hidráulica.
 v = Velocidad en m/seg.
 r = Radio hidráulico.
 γ = Coeficiente de rugosidad.

Valores de Bazin para " γ ":

Para paredes de cemento o madera cepillado	$\gamma = 0.06$
Para paredes de ladrillo o madera sin cepillar	$\gamma = 0.16$
Para paredes de mampostería	$\gamma = 0.46$
Para canales de tierra, con taludes y fondo protegidos con zampeado	$\gamma = 0.85$
Para canales de tierra con sección regular y limpia	$\gamma = 1.30$
Para canales rugosos, cubiertos de maleza y piedras	$\gamma = 1.75$

Estos valores representan canales en condiciones perfectas.

SECCIONES DE MAXIMA EFICIENCIA

Al proyectar un canal hay que tener en cuenta condiciones topográficas, características de los lechos, para determinar la conducción del gasto.

$$Q = \frac{A}{n} r^{2/3} s^{1/2}$$

Características de los lechos	Relación de Taludes en Canales	
	Bajos	Profundos
Roca	Vertical	0.25 : 1
Arcillas compactas	0.50 : 1	1 : 1
Limos arcillosos	1 : 1	1.50 : 1
Limos arenosos	1.50 : 1	2 : 1
Arena suelta	2 : 1	3 : 1

$$\therefore m : d$$

Cálculo de la base:

$$B = \frac{A - md^2}{d}$$

Condición de máxima eficiencia: $r = \frac{d}{2}$

Condición mínima de filtración: $\frac{B}{d} = 4 \tan \frac{\theta}{2}$

$\therefore$

A = Área del caudal.
 B = Base.
 d = Tirante.
 m = Proyección horizontal del talud ($m = \cot \theta$)
 r = Radio hidráulico.

Superficie de Contacto Tipo	Condiciones de las Paredes			
	Perfectas	Buenas	Medianas	Malas
1.- TUBERIAS DE:				
Fierro forjado negro comercial.	.012	.013	.014	.015
Fierro forjado galvanizado comercial.	.013	.014	.015	.017
Latón o vidrio.	.009	.010	.011	.013
Acero remachado en espiral.	.013	.015	.017	
Barro vitrificado.	.010	.013	.015	.017
Barro común para drenaje.	.011	.012	.014	.017
Tabique vidriado.	.011	.012	.013	.015
Albañal de tabique.	.012	.013	.015	.017
Con cemento pulido.	.010	.011	.012	.013
Con mortero de cemento.	.011	.012	.013	.015
Tubería de concreto.	.012	.013	.015	.016
Tubería de duela.	.010	.011	.012	.013
2.- ACUEDUCTOS DE TABLON.				
Labrado.	.010	.012	.013	.014
Sin labrar.	.011	.013	.014	.015
Con astillas.	.012	.015	.016	
3.- CANALES REVESTIDOS DE.				
Concreto.	.012	.014	.016	.018
Mampostería con cemento.	.017	.020	.025	
Mampostería seca.	.025	.030	.033	.035
Semicirculares metálicos lisos.	.011	.012	.013	.015
Semicirculares metálicos corrugado.	.0225	.025	.0275	.030
4.- CANALES Y ZANJAS.				
En tierra, aundados y uniformes.	.017	.020	.0225	.025
En roca, lisos y uniformes.	.025	.030	.033	.035
En roca, con salientes y sinuosos.	.035	.040	.045	
Sinuosos y de escurrimiento lento.	.0225	.025	.0275	.030
Dragados en tierra.	.025	.0275	.030	.033
En lechos pedregosos y bordes con hierba.	.025	.030	.035	.040
Plantilla de tierra y taludes asperos.	.028	.030	.033	.035
5.- CORRIENTES NATURALES.				
Limpios, bordes rectos, ni hendeduras, ni charcos.	.025	.0275	.030	.033
Igual al anterior pero con hierba y piedras.	.030	.033	.035	.040
Sinuosos, con charcos, escollos y limpios.	.033	.035	.040	.045
Igual al anterior pero de poco tirante, con pendiente y sección poco eficiente.	.045	.045	.050	.055
Igual an anterior, pero de secciones pedregosas.	.045	.050	.055	.060
Corriente lenta, cauce enhierbado, con charcos profundos.	.050	.060	.070	.080
Playas muy enhierbadas.	.075	.100	.125	.150

El tipo de vertedero elegido para una situación dada deberá ser el que mejor se adapte a las condiciones particulares, de ser posible debe emplearse un vertedero rectangular sin contracciones laterales, o un vertedero triangular.

1.- Debido a la tendencia del manto a adherirse a la cresta, la carga no debe ser menor de 0.06 m.

2.- La longitud de un vertedero rectangular será por lo menos tres veces la carga.

3.- De preferencia, la carga hidrostática sobre el vertedero no deberá ser mayor de 0.60 m.

4.- Para aforar caudales menores de 0.03 m³ por segundo a 0.30 m/seg., se recomienda usar el vertedero triangular.

NOMENCLATURA:

Q = Caudal real de derrame.

H = Carga o elevación de la superficie libre sobre la cresta.

$h = \frac{v^2}{2g}$ = Carga de velocidad debida a la gravedad.

L = Longitud real de la cresta.

d = Altura del agua, aguas arriba del vertedero.

V = Velocidad de acceso o de llegada.

A = Area de la sección transversal del canal de acceso.

P = Altura de la cresta.

NOTA: Las siguientes fórmulas de vertederos tabuladas están sin corrección por velocidad de acceso.

VERTEDEROS TRIANGULARES

Expresión general para derrame sobre vertederos triangulares $Q = 138 Tg \frac{\theta}{2} H^{2.5}$

Fórmula tabulada. $Q = 135 H^{2.47}$ para vertedero con escotadura a 90°. Derrame en m³/seg.

CARGA M	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009
0.03	0.00021	0.00023	0.00025	0.00027	0.00029	0.00031	0.00033	0.00036	0.00038	0.00041
0.04	0.00043	0.00046	0.00049	0.00052	0.00055	0.00058	0.00061	0.00065	0.00068	0.00072
0.05	0.00075	0.00079	0.00083	0.00087	0.00091	0.00096	0.00100	0.00105	0.00109	0.00114
0.06	0.00119	0.00124	0.00129	0.00134	0.00140	0.00145	0.00151	0.00157	0.00163	0.00169
0.07	0.00175	0.00181	0.00188	0.00194	0.00201	0.00208	0.00215	0.00222	0.00229	0.00237
0.08	0.00244	0.00252	0.00260	0.00268	0.00276	0.00284	0.00293	0.00301	0.00310	0.00319
0.09	0.00328	0.00337	0.00347	0.00356	0.00366	0.00376	0.00386	0.00396	0.00406	0.00416
0.10	0.0043	0.0044	0.0045	0.0046	0.0047	0.0048	0.0049	0.0051	0.0052	0.0053
0.11	0.0054	0.0055	0.0057	0.0058	0.0059	0.0061	0.0062	0.0063	0.0065	0.0066
0.12	0.0068	0.0069	0.0070	0.0072	0.0073	0.0074	0.0076	0.0077	0.0080	0.0081
0.13	0.0082	0.0084	0.0085	0.0088	0.0089	0.0090	0.0092	0.0093	0.0096	0.0097
0.14	0.0099	0.0101	0.0103	0.0104	0.0107	0.0108	0.0109	0.0112	0.0113	0.0116
0.15	0.0117	0.0120	0.0122	0.0124	0.0126	0.0128	0.0130	0.0132	0.0134	0.0137
0.16	0.0138	0.0140	0.0143	0.0144	0.0147	0.0150	0.0151	0.0154	0.0157	0.0158
0.17	0.0161	0.0163	0.0166	0.0167	0.0170	0.0173	0.0176	0.0178	0.0181	0.0184
0.18	0.0185	0.0188	0.0190	0.0193	0.0196	0.0198	0.0201	0.0204	0.0207	0.0209
0.19	0.0212	0.0215	0.0219	0.0221	0.0224	0.0227	0.0230	0.0232	0.0235	0.0239
0.20	0.0242	0.0244	0.0247	0.0251	0.0254	0.0257	0.0261	0.0263	0.0266	0.0270
0.21	0.0273	0.0277	0.0279	0.0282	0.0286	0.0289	0.0293	0.0296	0.0300	0.0302
0.22	0.0306	0.0311	0.0313	0.0317	0.0320	0.0324	0.0328	0.0332	0.0335	0.0339
0.23	0.0343	0.0346	0.0350	0.0354	0.0358	0.0362	0.0366	0.0369	0.0373	0.0377
0.24	0.0381	0.0385	0.0389	0.0393	0.0397	0.0401	0.0405	0.0409	0.0413	0.0417
0.25	0.0421	0.0427	0.0431	0.0435	0.0439	0.0443	0.0448	0.0452	0.0456	0.0460
0.26	0.0466	0.0470	0.0474	0.0479	0.0483	0.0489	0.0493	0.0497	0.0502	0.0506
0.27	0.0512	0.0516	0.0521	0.0525	0.0531	0.0536	0.0540	0.0545	0.0549	0.0555
0.28	0.0560	0.0566	0.0570	0.0575	0.0581	0.0586	0.0590	0.0595	0.0601	0.0606
0.29	0.0612	0.0617	0.0622	0.0628	0.0633	0.0639	0.0644	0.0649	0.0655	0.0660
0.30	0.0666	0.0671	0.0676	0.0682	0.0689	0.0694	0.0699	0.0705	0.0710	0.0717
0.31	0.0722	0.0728	0.0734	0.0740	0.0745	0.0752	0.0757	0.0764	0.0770	0.0776
0.32	0.0782	0.0788	0.0794	0.0801	0.0807	0.0813	0.0819	0.0825	0.0832	0.0839
0.33	0.0845	0.0851	0.0857	0.0864	0.0871	0.0878	0.0883	0.0890	0.0896	0.0903
0.34	0.0910	0.0917	0.0923	0.0930	0.0937	0.0944	0.0950	0.0957	0.0964	0.0972
0.35	0.0979	0.0986	0.0992	0.0999	0.1007	0.1014	0.1021	0.1029	0.1035	0.1042
0.36	0.1050	0.1057	0.1064	0.1072	0.1079	0.1087	0.1094	0.1102	0.1110	0.1116
0.37	0.1125	0.1131	0.1139	0.1148	0.1154	0.1162	0.1170	0.1179	0.1185	0.1193
0.38	0.1202	0.1210	0.1218	0.1226	0.1234	0.1242	0.1250	0.1258	0.1266	0.1274
0.39	0.1283	0.1291	0.1299	0.1307	0.1315	0.1324	0.1332	0.1341	0.1349	0.1358
0.40	0.1366	0.1374	0.1384	0.1392	0.1400	0.1409	0.1418	0.1427	0.1435	0.1445
0.41	0.1453	0.1462	0.1472	0.1480	0.1489	0.1497	0.1507	0.1516	0.1526	0.1534
0.42	0.1543	0.1553	0.1562	0.1571	0.1581	0.1590	0.1598	0.1608	0.1617	0.1627
0.43	0.1643	0.1647	0.1656	0.1666	0.1675	0.1685	0.1694	0.1704	0.1715	0.1724

VERTEDEROS RECTANGULARES

Vertedero rectangular: Fórmula de Francis, $Q = 184 L [(H + h)^{3/2} - h^{3/2}]$

Expresión general para derrame sobre vertederos rectangulares. $Q = KLH^{3/2}$, en donde para la fórmula de Francis

$K = 184 \left(1 + 0.259 \frac{H^2}{d^2} \right)$ para velocidades de acceso menores de 1.5 M/seg.

Fórmula Tabulada: $Q = 184 H^{3/2}$ Derrame por $m^3 / \text{seg.}$

CARGA M	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009
0.44	0.5371	0.5389	0.5408	0.5426	0.5445	0.5463	0.5481	0.5500	0.5518	0.5537
0.45	0.5555	0.5573	0.5592	0.5610	0.5629	0.5647	0.5665	0.5684	0.5704	0.5572
0.46	0.5741	0.5759	0.5777	0.5796	0.5816	0.5835	0.5853	0.5871	0.5892	0.5910
0.47	0.5928	0.5947	0.5967	0.5986	0.6004	0.6024	0.6043	0.6061	0.6081	0.6100
0.48	0.6118	0.6138	0.6157	0.6177	0.6195	0.6216	0.6234	0.6254	0.6273	0.6293
0.49	0.6311	0.6331	0.6350	0.6370	0.6388	0.6409	0.6427	0.6447	0.6466	0.6486
0.50	0.6506	0.6525	0.6545	0.6563	0.6584	0.6604	0.6622	0.6642	0.6663	0.6681
0.51	0.6701	0.6722	0.6742	0.6760	0.6780	0.6801	0.6821	0.6839	0.6860	0.6880
0.52	0.6900	0.6920	0.6939	0.6959	0.6979	0.7000	0.7020	0.7040	0.7060	0.7078
0.53	0.7099	0.7119	0.7139	0.7159	0.7180	0.7200	0.7220	0.7240	0.7261	0.7281
0.54	0.7301	0.7321	0.7342	0.7362	0.7382	0.7402	0.7424	0.7445	0.7465	0.7485
0.55	0.7505	0.7526	0.7546	0.7566	0.7586	0.7608	0.7629	0.7649	0.7669	0.7689
0.56	0.7711	0.7732	0.7752	0.7772	0.7794	0.7814	0.7835	0.7855	0.7877	0.7879
0.57	0.7918	0.7940	0.7960	0.7980	0.8002	0.8022	0.8044	0.8065	0.8085	0.8107
0.58	0.8127	0.8149	0.8170	0.8190	0.8212	0.8232	0.8254	0.8274	0.8297	0.8317
0.59	0.8339	0.8361	0.8381	0.8401	0.8424	0.8446	0.8466	0.8488	0.8508	0.8530
0.60	0.8552	0.8573	0.8595	0.8615	0.8637	0.8659	0.8681	0.8701	0.8723	0.8744
0.61	0.8766	0.8788	0.8810	0.8830	0.8852	0.8874	0.8896	0.8918	0.8939	0.8961
0.62	0.8983	0.9005	0.9027	0.9047	0.9069	0.9091	0.9114	0.9136	0.9158	0.9178
0.63	0.9200	0.9222	0.9244	0.9266	0.9288	0.9310	0.9332	0.9355	0.9377	0.9399
0.64	0.9421	0.9443	0.9465	0.9487	0.9509	0.9531	0.9553	0.9575	0.9597	0.9620
0.65	0.9642	0.9666	0.9688	0.9710	0.9732	0.9754	0.9776	0.9798	0.9822	0.9844
0.66	0.9866	0.9888	0.9910	0.9934	0.9956	0.9978	1.0000	1.0022	1.0046	1.0068
0.67	1.0091	1.0113	1.0137	1.0159	1.0181	1.0205	1.0227	1.0249	1.0273	1.0295
0.68	1.0317	1.0341	1.0363	1.0387	1.0409	1.0431	1.0455	1.0477	1.0501	1.0523
0.69	1.0547	1.0569	1.0593	1.0615	1.0639	1.0661	1.0683	1.0707	1.0731	1.0753
0.70	1.0777	1.0799	1.0823	1.0845	1.0869	1.0891	1.0915	1.0939	1.0961	1.0985
0.71	1.1009	1.1031	1.1055	1.1077	1.1101	1.1125	1.1149	1.1171	1.1195	1.1218
0.72	1.1241	1.1285	1.1288	1.1312	1.1334	1.1358	1.1382	1.1406	1.1430	1.1452
0.73	1.1476	1.1500	1.1524	1.1548	1.1570	1.1594	1.1618	1.1642	1.1666	1.1690
0.74	1.1713	1.1737	1.1761	1.1783	1.1807	1.1831	1.1855	1.1879	1.1903	1.1927
0.75	1.1951	1.1975	1.1999	1.2023	1.2046	1.2070	1.2094	1.2118	1.2144	1.2166
0.76	1.2192	1.2216	1.2240	1.2264	1.2288	1.2311	1.2335	1.2359	1.2383	1.2409
0.77	1.2433	1.2457	1.2481	1.2505	1.2529	1.2554	1.2578	1.2602	1.2626	1.2652
0.78	1.2676	1.2700	1.2724	1.2749	1.2773	1.2797	1.2821	1.2847	1.2871	1.2895
0.79	1.2920	1.2944	1.2968	1.2994	1.3018	1.3042	1.3068	1.3092	1.3117	1.3141
0.80	1.3165	1.3191	1.3215	1.3241	1.3265	1.3290	1.3314	1.3340	1.3364	1.3389
0.81	1.3414	1.3438	1.3463	1.3489	1.3513	1.3539	1.3563	1.3588	1.3612	1.3638
0.82	1.3662	1.3688	1.3714	1.3737	1.3763	1.3787	1.3813	1.3839	1.3863	1.3888

VERTEDEROS RECTANGULARES

Fórmula de King $Q = 178 LH^{1.47} \left(1 + 0.56 \frac{H^2}{d^2} \right)$

Expresión general para derrame sobre vertederos rectangulares. $Q = K LH^{3/2}$

En donde para la fórmula de King $K = \frac{178}{H^{0.03}} \left(1 + 0.56 \frac{H^2}{d^2} \right)$

Fórmula Tabulada: $Q = 178 H^{1.47}$ Derrame en m³ / seg.

CARGA M	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009
0.83	1.3460	1.3484	1.3508	1.3533	1.3556	1.3581	1.3606	1.3631	1.3654	1.3679
0.84	1.3704	1.3727	1.3752	1.3777	1.3802	1.3827	1.3850	1.3875	1.3900	1.3925
0.85	1.3950	1.3973	1.3998	1.4023	1.4048	1.4073	1.4098	1.4123	1.4146	1.4171
0.86	1.4196	1.4220	1.4245	1.4270	1.4295	1.4320	1.4345	1.4370	1.4395	1.4420
0.87	1.4445	1.4470	1.4495	1.4520	1.4544	1.4569	1.4594	1.4619	1.4644	1.4669
0.88	1.4694	1.4719	1.4744	1.4769	1.4794	1.4820	1.4845	1.4870	1.4895	1.4920
0.89	1.4945	1.4970	1.4997	1.5021	1.5046	1.5071	1.5096	1.5121	1.5148	1.5173
0.90	1.5198	1.5223	1.5249	1.5274	1.5299	1.5324	1.5351	1.5376	1.5401	1.5427
0.91	1.5452	1.5477	1.5502	1.5529	1.5554	1.5579	1.5605	1.5630	1.5657	1.5682
0.92	1.5707	1.5733	1.5758	1.5785	1.5810	1.5835	1.5862	1.5887	1.5913	1.5938
0.93	1.5965	1.5990	1.6016	1.6041	1.6066	1.6093	1.6120	1.6145	1.6171	1.6196
0.94	1.6223	1.6248	1.6275	1.6299	1.6326	1.6351	1.6378	1.6405	1.6429	1.6456
0.95	1.6481	1.6508	1.6534	1.6559	1.6586	1.6613	1.6638	1.6664	1.6691	1.6716
0.96	1.6743	1.6769	1.6794	1.6821	1.6848	1.6874	1.6899	1.6926	1.6953	1.6979
0.97	1.7004	1.7031	1.7058	1.7084	1.7111	1.7136	1.7163	1.7189	1.7216	1.7243
0.98	1.7270	1.7294	1.7321	1.7348	1.7375	1.7401	1.7426	1.7455	1.7481	1.7506
0.99	1.7533	1.7560	1.7586	1.7613	1.7640	1.7667	1.7693	1.7720	1.7747	1.7773
1.00	1.7800	1.7827	1.7853	1.7880	1.7907	1.7934	1.7960	1.7987	1.8014	1.8040
1.01	1.8067	1.8094	1.8122	1.8149	1.8176	1.8202	1.8229	1.8256	1.8282	1.8309
1.02	1.8336	1.8364	1.8391	1.8418	1.8444	1.8471	1.8500	1.8526	1.8553	1.8580
1.03	1.8606	1.8633	1.8662	1.8688	1.8715	1.8743	1.8770	1.8797	1.8824	1.8852
1.04	1.8879	1.8905	1.8934	1.8961	1.8987	1.9016	1.9042	1.9069	1.9096	1.9124
1.05	1.9151	1.9180	1.9206	1.9233	1.9261	1.9288	1.9317	1.9343	1.9370	1.9398
1.06	1.9425	1.9454	1.9480	1.9509	1.9536	1.9564	1.9591	1.9619	1.9646	1.9674
1.07	1.9701	1.9730	1.9754	1.9783	1.9810	1.9840	1.9867	1.9884	1.9924	1.9950
1.08	1.9979	2.0005	2.0034	2.0062	2.0089	2.0118	2.0144	2.0173	2.0201	2.0228
1.09	2.0256	2.0285	2.0312	2.0340	2.0369	2.0395	2.0424	2.0452	2.0479	2.0507
1.10	2.0536	2.0564	2.0591	2.0620	2.0648	2.0676	2.0703	2.0732	2.0760	2.0789
1.11	2.0817	2.0844	2.0872	2.0901	2.0929	2.0958	2.0984	2.1013	2.1041	2.1070
1.12	2.1098	2.1127	2.1155	2.1184	2.1212	2.1239	2.1267	2.1296	2.1324	2.1353
1.13	2.1381	2.1410	2.1438	2.1467	2.1495	2.1524	2.1552	2.1581	2.1609	2.1638
1.14	2.1666	2.1695	2.1723	2.1752	2.1780	2.1809	2.1837	2.1866	2.1894	2.1922
1.15	2.1951	2.1981	2.2010	2.2038	2.2067	2.2095	2.2124	2.2152	2.2181	2.2209
1.16	2.2239	2.2268	2.2296	2.2325	2.2353	2.2382	2.2412	2.2440	2.2469	2.2497
1.17	2.2526	2.2556	2.2585	2.2613	2.2642	2.2672	2.2700	2.2729	2.2759	2.2788
1.18	2.2816	2.2845	2.2875	2.2903	2.2932	2.2962	2.2990	2.3019	2.3047	2.3078
1.19	2.3106	2.3119	2.3165	2.3193	2.3224	2.3253	2.3282	2.3311	2.3339	2.3370
1.20	2.3398	2.3428	2.3457	2.3487	2.3516	2.3546	2.3574	2.3605	2.3633	2.3663
1.21	2.3692	2.3722	2.3751	2.3781	2.3809	2.3840	2.3868	2.3898	2.3927	2.3957
1.22	2.3987	2.4016	2.4046	2.4075	2.4105	2.4133	2.4164	2.4192	2.4222	2.4253
1.23	2.4281	2.4311	2.4342	2.4370	2.4400	2.4431	2.4459	2.4489	2.4520	2.4548

BOMBAS CENTRIFUGAS

Cálculo de la Potencia necesaria: $HP = \frac{GH}{K\eta}$

En donde:

HP = Potencia necesaria.

G = Gastos en Lt / seg. ó Gal / min.

H = Carga en m. o pies.

η = Eficiencia.

K = Constante 76 para Sist. métrico.
3960 para Sist. métrico.

Eficiencias aproximadas de las Bombas Centrifugas.

Bombas chicas	3/4	a	2" 30 - 50 %
Bombas medianas	2 1/2	a	6" 50 - 78 %
Bombas grandes más de			6" 70 - 82 %

SUCCION MAXIMA A DIFERENTES ALTITUDES			
Altura sobre el nivel del mar	Presión barométrica, Kg/cm ²	Altura equivalente m. de agua	Succión máxima disponible de las bombas m.
0	1.033	10.33	7.60
400	0.986	9.86	7.30
800	0.938	9.38	7.00
1,200	0.890	8.90	6.40
1,600	0.845	8.45	6.10
2,000	0.804	8.04	5.80
2,400	0.765	7.65	5.50
3,200	0.695	6.95	5.20

Leyes de afinidad de las bombas centrifugas:

Cuando el diámetro D del impulsor permanece constante:

$$1a. \frac{G_1}{G_2} = \frac{(rpm)_1}{(rpm)_2} \quad 2a. \frac{H_1}{H_2} = \frac{(rpm)_1^2}{(rpm)_2^2} \quad 3a. \frac{HR_1}{HR_2} = \frac{(rpm)_1^3}{(rpm)_2^3}$$

Cuando la velocidad angular (rpm) permanece constante:

$$4a. \frac{G_1}{G_2} = \frac{D_1}{D_2} \quad 5a. \frac{H_1}{H_2} = \frac{D_1^2}{D_2^2} \quad 6a. \frac{HR_1}{HR_2} = \frac{D_1^3}{D_2^3}$$

NOTA: El fabricante de bombas debe recomendar la reducción máxima del diámetro del impulsor.

INTEGRACION DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA CONEXIONES DE TUBO DE COBRE

(No incluye ni la pieza conexión, ni desperdicio)

Diámetro mm	estopa gr.	soldadu. gr.	pasta gr.	plome. j	ayuda. j	cabo j	sobres. j
Conector							
12.70	0.87	7.75	0.20	.0256	.0192	.0030	.0016
19.05	1.95	17.45	0.46	.0366	.0275	.0043	.0023
25.40	3.47	31.02	0.82	.0476	.0357	.0056	.0030
38.10	7.81	69.79	1.84	.0586	.0439	.0068	.0036
50.80	13.88	124.07	3.28	.0696	.0522	.0081	.0043
63.50	21.69	193.86	5.12	.0805	.0604	.0094	.0050
76.20	31.23	279.16	7.37	.0915	.0686	.0107	.0057
88.90	42.41	379.97	10.03	.1025	.0769	.0120	.0064
101.60	55.53	496.28	13.10	.1135	.0851	.0132	.0071
Cople - codo							
12.70	1.74	15.51	0.41	.0549	.0412	.0064	.0034
19.05	3.90	34.89	0.92	.0784	.0588	.0091	.0049
25.40	6.94	62.04	1.64	.1019	.0764	.0119	.0063
38.10	15.62	139.58	3.68	.1253	.0940	.0146	.0078
50.80	27.76	248.14	6.55	.1488	.1116	.0174	.0093
63.50	43.38	387.72	10.24	.1723	.1292	.0201	.0107
76.20	62.47	558.32	14.74	.1958	.1469	.0228	.0122
88.90	85.03	759.93	20.06	.2193	.1645	.0256	.0136
101.60	111.05	992.57	26.20	.2428	.1821	.0283	.0151
Y y T simple							
12.70	2.60	23.26	0.61	.0869	.0652	.0101	.0054
19.05	5.86	52.34	1.38	.1241	.0931	.0145	.0077
25.40	10.41	93.05	2.46	.1614	.1210	.0188	.0100
38.10	23.43	209.37	5.53	.1986	.1489	.0232	.0124
50.80	41.65	372.21	9.83	.2358	.1768	.0275	.0147
63.50	65.07	581.58	15.35	.2730	.2047	.0318	.0170
76.20	93.70	837.48	22.11	.3102	.2327	.0362	.0193
88.90	127.54	1139.90	30.09	.3474	.2606	.0405	.0216
101.60	166.58	1488.85	39.31	.3846	.2885	.0449	.0239
Y doble y cruz							
12.70	3.48	31.02	0.82	.1231	.0923	.0144	.0077
19.05	7.81	69.79	1.84	.1758	.1318	.0205	.0109
25.40	13.88	124.07	3.28	.2285	.1713	.0277	.0142
38.10	31.23	279.16	7.37	.2812	.2109	.0328	.0175
50.80	55.53	496.28	13.10	.3338	.2504	.0389	.0208
63.50	86.76	775.44	20.47	.3865	.2899	.0451	.0241
76.20	124.94	1116.64	29.48	.4392	.3294	.0512	.0273
88.90	170.05	1519.87	40.12	.4919	.3689	.0574	.0306
101.60	222.11	1985.13	52.41	.5446	.4085	.0635	.0339

INTEGRACION DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA CONEXIONES DE TUBO DE FIERRO GALVANIZADO

(No incluye ni la pieza conexión, ni desperdicio)

Diámetro mm	estopa gr.	grasa gr.	asta gr.	plome. j	ayuda. j	cabo j	sobres. j
Conector							
12.70	1.16	0.82	0.02	.0385	.0288	.0045	.0024
19.05	2.61	1.85	0.05	.0513	.0385	.0060	.0032
25.40	4.65	3.29	0.09	.0641	.0481	.0075	.0040
38.10	10.45	7.40	0.20	.0769	.0577	.0090	.0048
50.80	18.58	13.16	0.35	.0897	.0673	.0105	.0056
63.50	29.03	20.56	0.54	.1026	.0769	.0120	.0064
76.20	41.81	29.60	0.78	.1154	.0865	.0135	.0072
88.90	56.91	40.29	1.06	.1282	.0962	.0150	.0080
101.60	74.33	52.63	1.39	.1410	.1058	.0165	.0088
Cople - codo							
12.70	2.32	1.64	0.04	.0823	.0617	.0096	.0051
19.05	5.23	3.70	0.10	.1097	.0823	.0128	.0068
25.40	9.29	6.58	0.17	.1372	.1029	.0160	.0085
38.10	20.90	14.80	0.39	.1646	.1235	.0192	.0102
50.80	37.16	26.32	0.69	.1921	.1440	.0224	.0119
63.50	58.07	41.12	1.09	.2195	.1646	.0256	.0137
76.20	83.62	59.21	1.56	.2469	.1852	.0288	.0154
88.90	113.81	80.59	2.13	.2744	.2058	.0320	.0171
101.60	148.65	105.26	2.78	.3018	.2263	.0352	.0188
Y y T simple							
12.70	3.48	2.47	0.07	.1304	.0978	.0152	.0081
19.05	7.84	5.55	0.15	.1738	.1304	.0203	.0108
25.40	13.94	9.87	0.26	.2173	.1630	.0254	.0135
38.10	31.36	22.20	0.59	.2608	.1956	.0304	.0162
50.80	55.74	39.47	1.04	.3042	.2282	.0355	.0189
63.50	87.10	61.68	1.63	.3477	.2608	.0406	.0216
76.20	125.43	88.81	2.34	.3912	.2934	.0456	.0243
88.90	170.72	120.88	3.19	.4346	.3260	.0507	.0270
101.60	222.98	157.89	4.17	.4781	.3586	.0558	.0297
Y doble y cruz							
12.70	4.65	3.29	0.09	.1846	.1385	.0215	.0115
19.05	10.45	7.40	0.20	.2462	.1846	.0287	.0153
25.40	18.58	13.16	0.35	.3077	.2308	.0359	.0191
38.10	41.81	29.60	0.78	.3692	.2769	.0431	.0230
50.80	74.33	52.63	1.39	.4308	.3231	.0503	.0268
63.50	116.14	82.23	2.17	.4923	.3692	.0574	.0306
76.20	167.23	118.42	3.13	.5538	.4154	.0646	.0345
88.90	227.63	161.18	4.26	.6154	.4615	.0718	.0383
101.60	297.31	210.52	5.56	.6769	.5077	.0790	.0421

INTEGRACION DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA CONEXIONES DE TUBO HIDRAULICO DE PVC

(No incluye ni la pieza conexión, ni desperdicio)

Diámetro mm	estopa gr.	limpie. cm ³	cemento cm ³	plome. j	ayuda. j	cabo j	sobres. j
Tubo							
12.70	0.33	0.30	0.33	.0063	.0047	.0007	.0004
19.05	0.75	0.68	0.75	.0091	.0068	.0011	.0006
25.40	1.33	1.21	1.33	.0119	.0089	.0014	.0007
38.10	3.00	2.71	2.99	.0147	.0110	.0017	.0009
50.80	5.33	4.82	5.31	.0174	.0131	.0020	.0011
63.50	8.33	7.54	8.29	.0202	.0152	.0024	.0013
76.20	12.00	10.86	11.94	.0230	.0173	.0027	.0014
88.90	16.33	14.78	16.25	.0258	.0194	.0030	.0016
101.60	21.33	19.30	21.23	.0286	.0215	.0033	.0018
Conector							
12.70	1.00	0.90	1.00	.0197	.0148	.0023	.0012
19.05	2.25	2.04	2.24	.0285	.0214	.0033	.0018
25.40	4.00	3.62	3.98	.0374	.0280	.0044	.0023
38.10	9.00	8.14	8.96	.0462	.0346	.0054	.0029
50.80	16.00	14.48	15.92	.0550	.0412	.0064	.0034
63.50	25.00	22.62	24.88	.0638	.0478	.0074	.0040
76.20	36.00	32.57	35.83	.0726	.0544	.0085	.0045
88.90	49.00	44.33	48.77	.0814	.0610	.0095	.0051
101.60	64.00	57.91	63.70	.0902	.0676	.0105	.0056
Cople - codo							
12.70	2.00	1.81	1.99	.0414	.0310	.0048	.0026
19.05	4.50	4.07	4.48	.0598	.0449	.0070	.0037
25.40	8.00	7.24	7.96	.0783	.0587	.0091	.0049
38.10	18.00	16.29	17.91	.0967	.0725	.0113	.0060
50.80	32.00	28.95	31.85	.1152	.0864	.0134	.0072
63.50	50.00	45.24	49.76	.1336	.1002	.0156	.0083
76.20	72.00	65.14	71.66	.1521	.1141	.0177	.0095
88.90	98.00	88.67	97.53	.1705	.1279	.0199	.0106
101.60	128.00	115.81	127.39	.1890	.1417	.0220	.0118
Y y T simple							
12.70	3.00	2.71	2.99	.0649	.0487	.0076	.0040
19.05	6.75	6.11	6.72	.0938	.0704	.0109	.0058
25.40	12.00	10.86	11.94	.1227	.0921	.0143	.0076
38.10	27.00	24.43	26.87	.1517	.1138	.0177	.0094
50.80	48.00	43.43	47.77	.1806	.1355	.0211	.0112
63.50	75.00	67.86	74.64	.2095	.1572	.0244	.0130
76.20	108.00	97.72	107.49	.2385	.1789	.0278	.0148
88.90	147.00	133.00	146.30	.2674	.2006	.0312	.0166
101.60	192.00	173.72	191.09	.2963	.2223	.0346	.0184
Y doble y cruz							
12.70	4.00	3.62	3.98	.0903	.0677	.0105	.0056
19.05	9.00	8.14	8.96	.1305	.0979	.0152	.0081
25.40	16.00	14.48	15.92	.1708	.1281	.0199	.0106
38.10	36.00	32.57	35.83	.2110	.1583	.0246	.0131
50.80	64.00	57.91	63.70	.2513	.1885	.0293	.0156
63.50	100.00	90.48	99.53	.2915	.2187	.0340	.0181
76.20	144.00	130.29	143.32	.3318	.2488	.0387	.0206
88.90	196.00	177.34	195.07	.3721	.2790	.0434	.0231
101.60	256.00	231.62	254.79	.4123	.3092	.0481	.0257

INTEGRACION DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA CONEXIONES DE TUBO SANITARIO DE PVC

(No incluye ni la pieza conexión, ni desperdicio)

Diámetro mm	estopa gr.	limpie. cm ³	cemento cm ³	plome. j	ayuda. j	cabo j	sobres. j
Tubo							
38.10	2.46	2.23	2.45	.0098	.0073	.0011	.0006
50.80	4.38	3.96	4.36	.0117	.0088	.0014	.0007
63.50	6.84	6.19	6.81	.0136	.0102	.0016	.0008
76.20	9.86	8.92	9.81	.0156	.0117	.0018	.0010
88.90	13.42	12.14	13.35	.0175	.0131	.0020	.0011
101.60	17.52	15.85	17.44	.0194	.0146	.0023	.0012
Conector							
38.10	7.39	6.69	7.36	.0308	.0231	.0036	.0019
50.80	13.14	11.89	13.08	.0369	.0277	.0043	.0023
63.50	20.54	18.58	20.44	.0430	.0322	.0050	.0027
76.20	29.57	26.76	29.43	.0491	.0368	.0057	.0031
88.90	40.25	36.42	40.06	.0552	.0414	.0064	.0034
101.60	52.57	47.57	52.32	.0613	.0459	.0071	.0038
Cople - codo							
38.10	14.79	13.38	14.72	.0646	.0484	.0075	.0040
50.80	26.29	23.78	26.16	.0773	.0580	.0090	.0048
63.50	41.07	37.16	40.88	.0901	.0676	.0105	.0056
76.20	59.14	53.51	58.86	.1028	.0771	.0120	.0064
88.90	80.50	72.84	80.12	.1156	.0867	.0135	.0072
101.60	105.15	95.13	104.65	.1283	.0963	.0150	.0080
Y y T simple							
38.10	22.18	20.07	22.07	.1013	.0760	.0118	.0063
50.80	39.43	35.68	39.24	.1213	.0909	.0141	.0075
63.50	61.61	55.74	61.32	.1413	.1059	.0165	.0088
76.20	88.72	80.27	88.30	.1613	.1209	.0188	.0100
88.90	120.75	109.26	120.18	.1813	.1359	.0211	.0113
101.60	157.72	142.70	156.97	.2013	.1509	.0235	.0125
Y doble y cruz							
38.10	29.57	26.76	29.43	.1409	.1057	.0164	.0088
50.80	52.57	47.57	52.32	.1687	.1265	.0197	.0105
63.50	82.15	74.32	81.76	.1965	.1474	.0229	.0122
76.20	118.29	107.03	117.73	.2244	.1683	.0262	.0140
88.90	161.01	145.67	160.24	.2522	.1891	.0294	.0157
101.60	210.29	190.27	209.30	.2800	.2100	.0327	.0174

**INTEGRACION DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA CONEXIONES DE
TUBO CONDUIT DE PVC**
(No incluye ni la pieza conexión, ni desperdicio)

Diámetro mm	estopa gr.	limpie. cm ³	cemento cm ³	electri j	ayuda. j	cabo j	sobres. j
Tubo							
12.70	0.26	0.23	0.26	.0017	.0013	.0002	.0001
19.05	0.58	0.52	0.58	.0028	.0021	.0003	.0002
25.40	1.03	0.93	1.03	.0038	.0029	.0004	.0002
38.10	2.32	2.10	2.31	.0049	.0037	.0006	.0003
50.80	4.13	3.73	4.11	.0060	.0045	.0007	.0004
63.50	6.45	5.83	6.42	.0071	.0053	.0008	.0004
76.20	9.28	8.40	9.24	.0081	.0061	.0009	.0005
88.90	12.64	11.43	12.58	.0092	.0069	.0011	.0006
101.60	16.50	14.93	16.43	.0103	.0077	.0012	.0006
Conector							
12.70	0.77	0.70	0.77	.0054	.0040	.0006	.0003
19.05	1.74	1.58	1.73	.0088	.0066	.0010	.0005
25.40	3.09	2.80	3.08	.0121	.0091	.0014	.0008
38.10	6.96	6.30	6.93	.0155	.0116	.0018	.0010
50.80	12.38	11.20	12.32	.0188	.0141	.0022	.0012
63.50	19.34	17.50	19.25	.0222	.0167	.0026	.0014
76.20	27.85	25.50	27.72	.0256	.0192	.0030	.0016
88.90	37.91	34.30	37.73	.0289	.0217	.0034	.0018
101.60	49.51	44.80	49.28	.0323	.0242	.0038	.0020
Cople - codo							
12.70	1.55	1.40	1.54	.0113	.0085	.0013	.0007
19.05	3.48	3.15	3.47	.0183	.0138	.0021	.0011
25.40	6.19	5.60	6.16	.0254	.0190	.0030	.0016
38.10	13.93	12.60	13.86	.0324	.0243	.0038	.0020
50.80	24.76	22.40	24.64	.0395	.0296	.0046	.0025
63.50	38.68	35.00	38.50	.0465	.0348	.0054	.0029
76.20	55.70	50.40	55.44	.0536	.0402	.0063	.0033
88.90	75.82	68.60	75.46	.0606	.0455	.0071	.0038
101.60	99.03	89.00	98.56	.0677	.0508	.0079	.0042

CARACTERISTICAS DE MUROS PREFABRICADOS

PANEL COVINTEC.

Especificaciones:

Medidas: 1.22 m. x 2.44 m. x 7.5 cm.
 Armadura de alambre del panel calibre 14: $f_y = 7,741 \text{ kg/cm}$
 Espesor del polietileno: 5.7 cm.
 Peso del panel sin mortero: 4.2 kg/cm
 Índice de reducción de ruido (FSTC): 44 db
 Poliestireno expandido: 12 a 16 kg/m³

Especificaciones para muros de panel:

Carga axial disponible en muros usando un mortero de $f_c = 100 \text{ kg/cm}$

ALTURA m	RESISTENCIA AL CORTANTE kg/ml
1.00	8,987.00
2.00	7,301.00
2.44	6,227.00
3.00	4,567.00
3.66	2,188.00
4.00	785.00

Especificaciones para losas de panel:

Resistencia a la compresión disponible en losas:

LOSA ENTREPISO

W= 797 kg./m			Resistencia a la compresión del concreto	W= 608 kg./m		
Claro de la losa	Deflexión	Separación del acero de refuerzo		Claro de la losa	Deflexión	Separación del acero de refuerzo
m	cm.	cm	kg/cm	m	cm.	cm
1.50	0.00	120.00	120.00			
200	1.50	0.00				
2.00	0.10	80.00		2.00	0.10	80.00
2.50	0.20	50.00		2.50	0.20	50.00
3.00	0.40	35.00		3.00	0.30	35.00
3.50	0.70	25.00		3.50	0.50	25.00
4.00	1.20	19.00		4.00	0.90	19.00
4.50	1.90	15.00		4.50	1.40	15.00
4.75	2.30	14.00	300	4.75	1.80	14.00
5.00	2.80	12.00		5.00	2.20	12.00

LOSA AZOTEA

TABLAROCA

Dimensiones comerciales:

Anchos: 1.22 mts. y 60 cms.
 Largos: 2.40, 2.60, 3.00, y 3.60 mts.

ESPEORES	PESOS	Bordes de carga contrarios al sentido de las fibras de la superficie (aplicacion horizontal)	Bordes de carga paralelos al sentido de las fibras de la superficie (aplicacion vertical)
10.0 mm	7.5 kg/m	36.2 kg.	15.4 kg.
13.0 mm.	9.2 kg/m	47.5 kg.	22.7 kg.
16.0 mm.	12.3 kg/m	65.9 kg.	27.3 kg.

EJEMPLO DE FACTOR DE SALARIO REAL

(Cálculos realizados en 1998)

CALCULO DE DIAS REALMENTE PAGADOS AL AÑO

	PARA SSM		PARA S.M.	
	DIAS	PART. EN TXD	DIAS	PART. EN TXD
Cotización diaria	365.00	1.0000	365.00	1.0000
Días pagados según disposiciones de la LFT				
Prima Vacacional	1.50	0.0041	1.50	0.0041
Aguinaldo	15.00	0.0411	15.00	0.0411
Días pagados con prest. (LFT) SB salario base de cotización	381.50	1.0452	381.50	1.0452
Días pagados según disposiciones de la LSS	PARA SSM	PARA SM		
Enfermedades y maternidad Prestaciones en especie	5.96	5.96	21.7540	0.0596
Enfermedades y maternidad Prestaciones en dinero	0.700	0.950		
Invalidez y vida	1.750	2.375		
Retiro	2.000	2.000		
Cesantía por edad avanzada y vejez	3.150	4.275		
Riesgos de trabajo clase V.	7.589	7.589		
Guardería y prest. sociales	1.000	1.000		
Total	16.189	18.189	61.7600	0.1692
Días pagados totales con prestaciones LFT y LSS	465.014		472.624	
Factor de prestaciones			1.2740	1.2949
Productividad				
Cálculo de días laborados realmente al año				
Días calendario	365	1.0000	365	1.0000
Días calendario				
Días no laborados según disposiciones LFT				
Séptimos días 365/7	52.143		52.143	
No laborales por ley	7.000		7.000	
Vacaciones (6 días)	6.000		6.000	
Días Laborados realmente sin prestaciones	299.863		299.863	
Factor de productividad			1.2172	1.2172
FACTOR DE SALARIO REAL			1.5507	1.5762

Variación de las Tasas para el Cálculo de Cuotas de Enfermedad y Maternidad y límite superior de Cotización para los Seguros de Invalidez y Vida de acuerdo a la Ley del IMSS en vigor a partir del 1o. De julio de 1997.

Las siguientes tablas fueron extractadas del Diario Oficial de la Federación del 21 de diciembre de 1995. Los datos para periodos anteriores a 2002 no fueron transcritos.

Variación de las Tasas para el cálculo de cuotas de enfermedad y maternidad de acuerdo a lo señalado en el artículo 19 transitorio de la NLSS			
PERIODO	PATRONALES		OBRERAS
	Cuota Base(1)	Cuota Adicional (2)	Cuota Adicional (3)
1o. Enero a 31 Dic. 2002	16.50	4.04	1.36
1o. Enero a 31 Dic. 2003	17.15	3.55	1.20
1o. Enero a 31 Dic. 2004	17.80	3.06	1.04
1o. Enero a 31 Dic. 2005	18.45	2.57	0.88
1o. Enero a 31 Dic. 2006	19.10	2.08	0.72
1o. Enero a 31 Dic. 2007	19.75	1.59	0.56
1o. Enero a 31 Dic. 2008	20.4	1.10	0.40

ARTÍCULO VIGÉSIMO QUINTO TRANSITORIO PARA LOS SEGUROS DE INVALIDEZ Y VIDA Y DE CESANTÍA EN EDAD AVANZADA, EL LÍMITE DE COTIZACIÓN ESTARÁ DETERMINADO EN LA SIGUIENTE FORMA

VIGENCIA DE LOS LÍMITES	VECES DE SALARIO MÍNIMO GENERAL DEL D. F.
	Cuota Base(1)
Del 1 Julio-01 al 30 de Junio-02	19
Del 1 Julio-02 al 30 de Junio-03	20
Del 1 Julio-03 al 30 de Junio-04	21
Del 1 Julio-04 al 30 de Junio-05	22
Del 1 Julio-05 al 30 de Junio-06	23
Del 1 Julio-06 al 30 de Junio-07	24
Del 1 Julio-07 al 30 de Junio-08	25

NOTA: El límite del INFONAVIT variará en la misma forma.

ANÁLISIS DE COSTO TIPO

Concreto 200 kg/cm²
Agregado 3/4"

CEMENTO NORMAL UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
0.329 Ton Cemento + 3% Desperdicio	TON 0.338	\$ 980.00	\$ 331.24
0.424 m ³ Arena + 8% Desperdicio	m ³ 0.457	\$ 50.00	\$ 22.85
0.775 m ³ Grava + 8% Desperdicio	m ³ 0.837	\$ 50.00	\$ 41.85
0.122 m ³ Agua + 30% Desperdicio	m ³ 0.158	\$ 1.85	\$ 0.29
TOTAL			\$ 396.23
			\$ 396.23/m³

METODO PARA CUANTIFICAR MADERA Y CIMBRA

CIMBRA CONVENCIONAL

El método mas práctico para cuantificar la madera sería sin duda el sistema métrico decimal, es decir, por metro cúbico; pero a través del tiempo se ha acostumbrado utilizar por el método de pie tablón.

Un pie tablón es la cantidad de madera que tiene por largo un pie, por ancho un pie y por espesor una pulgada.

Para convertir a pies tablón:

$$\frac{a'' \times b'' \times c''}{12} = PT$$

a'' es la dimensión mínima en pulgadas.
b'' es la dimensión media en pulgadas.
c'' es la dimensión máxima en pulgadas.

MAQUINARIA

CALCULO DE COSTO HORARIO DE MAQUINARIA

(Cálculos echos en 1998)

Cargador retroexcavadora CAT 416 B 74 HP
Bote de 60 a 100 lts. Cucharón 0.8 m³

Valor de adquisición (Va) = \$ 161,822.00 Cargos fijos
Horas anuales de uso (Ha) = 1600 Vr = Va r
Vida económica (V) = 10 Ve = V Ha
Tasa de seguro (S) = 2 a) Depreciación : D = (Va/Vr)/Ve = \$ 8.09
% de Mantenimiento (Q) = 60 b) Inversión : I = i (Va+Vr)/2 Ha = \$ 9.71
% de rescate (r) = 20 c) Seguros : S = s (Va+Vr)/2 Ha = \$ 1.21
Tasa de interés (i) = 16 d) Mantenimiento : M = Q D \$ 4.85

Total cargos fijos: \$ 23.86

CONSUMOS

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
100	Diesel	Lt	7.35	\$ 0.98	\$ 7.20
101	Aceite Lubricante	Lt	0.09	\$ 7.00	\$ 0.63
165	2 Llantas delanteras 11L-16 8 PR	Jgo	0.0005	\$ 5750.00	\$ 2.87
	2 llantas traseras 16.9-24 8 PR				

Total consumos \$ 10.7

OPERACION

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
34	Operador 2a. Retroexcavadora	JOR	0.15	\$ 150.00	\$ 22.50
	Total de operación				\$ 22.50
	Total costo horario				\$ 57.06

MANTENIMIENTO

ESPECIFICACIONES DE RETROEXCAVADORAS

Retroexcavadora 416 B		
Peso aproximado	6311 Kg	13,900 Lb
Largo máximo	6814 mm	22.4 pies
Ancho (incluso los neumáticos)	2146 mm	7 pies
Altura	3423 mm	11.2 pies

Clasificaciones de Potencia del Motor			
Modelo	Potencia Bruta	Potencia Neta	Potencia Neta CEE
Motores 416B	57.4 KW 77 HP	55.2 KW 74 HP	54.31 KW 72.8 HP

CAPACIDADES DE LLENADO - (APROXIMADAS)	
Compartimiento o Sistema	Litros
Aceite de carter filtro inclusive	8.4
Aceite del tanque hidráulico	37.9
Transmisor y convertidor de par	10
Refrigerante de radiador	11.4
Refrigerante del sistema de enfriamiento aspiración natural	15.2
Refrigerante del sistema de enfriamiento turboalimentos	17.8
Tanque de combustible	106.12
Eje trasero	18.5
Eje trasero (AWS) mandos finales cada lado	1.6
Eje impulsor delantero aceite del eje central	7.5
Eje impulsor delantero aceite del mando final cada/l	0.75

CUCHARONES CARGADORES

CAPACIDADES DE CUCHARON DE USO GENERAL

Máquina	Colmado		Ancho		Peso	
	m ³	yd ³	mm	pulg	kg	lb
416B	0.76	1.00	2262	89.0	368	810

CUCHARONES RETROEXCAVADORES

CUCHARONES ESTANDAR

Ancho		A ras		A ras		Peso		Dientes
mm	pulg	L	pies ³	L	pies ³	Kg	lb	
300	12	60	2.0	70	2.0	110	243	3
450	18	100	3.5	130	4.0	121	267	4
600	24	150	5.5	200	5.5	134	294	4
750	30	200	7.0	260	7.0	149	329	5
900	36	220	8.0	320	9.0	155	342	6

VELOCIDADES DE DESPLAZAMIENTO

416B	1a	2a	3a	4a
	km/h	km/h	km/h	km/h
Avance	6.2	11.5	21.7	32.7
Retroceso	6.2	11.6	21.8	32.8

INTERVALOS DE MANTENIMIENTO

Cuando sea necesario:

Limpieza de tapa y rejillas del tanque de combustible.
 Sistema de combustible.....Cambie el elemento del filtro.
 Filtro de aire de cabina.....Limpie el elemento de filtro.
 Tablero de fusibles y disyuntor de circuitos.....Reemplace los fusibles.
 Aire acondicionado.....Inspeccione.
 Dientes de cucharón.....Reemplace las puntas.

Cada 10 horas de servicio:

Inspeccione alrededor de la máquina.
 Limpieza de ventanas.
 Cinturón de seguridad.
 Verifique el nivel de aceite del carter.
 Verifique el nivel de aceite del sistema hidráulico.
 Verifique el nivel de aceite de la transmisión/Convertidor de par
 Radiador.....Verifique el nivel del refrigerante.
 Filtro de aire.....Inspeccione/de servicio al recipiente y a los elementos.
 Separador de agua.....Drene.
 Tanque de combustible.....Llénelo.
 Puntos de lubricación con grasa.....Lubríquelos.
 Tuercas de rueda.....Cerciórese que tengan el par de apriete especificado.

Verifique el nivel de fluido del freno.
 Compruebe funcionamiento de la dirección secundaria.

Cada 50 horas de servicio o cada semana:

Frenos de servicio y de estacionamiento.
 Compruebe su funcionamiento en máquinas nuevas o reconstruidas a las primeras 50 horas de operación.
 Eje impulsor delantero.....Lubrique las graseras.

Cada 250 horas de servicio o cada semana:

Análisis programado de aceite.....Obtenga muestras de aceite.
 Carter.....Cambie el aceite y el filtro.
 Radiador.....Añada aditivo del refrigerante.
 Eje trasero con ruedas direccionales (AWS).....Verifique el nivel del aceite.
 Eje trasero con ruedas direccionales (AWS).....Lubrique las graseras.
 Eje delantero.....Compruebe el nivel de aceite.
 Correas del alternador, del ventilador y del compresor de aire acondicionado.....Inspecciónelas/Ajústelas.
 Baterías.....Inspecciónelas.
 Frenos de servicio y de estacionamiento.....Inspeccione/Ajuste.
 Brazo extensible.....Inspeccione/Reemplace.

Cada 500 horas de servicio o cada 3 meses:

Análisis programado de aceites.
 Sistema de combustible.....Cambie el elemento de filtro.
 Sistema hidráulico.....Cambie el elemento de filtro.
 Transmisión/convertidor de par.....Cambie el filtro/Lave el respiradero.
 Juntas de eje impulsor trasero.....Lubríquelas.

Cada 1000 horas de servicio o cada 6 meses:

Transmisión convertidor de par.....Cambie el aceite.
 Cojinetes de las ruedas delanteras.....Lubríquelos.
 Eje trasero.....Cambie el aceite.
 Eje impulsor delantero.....Cambie el aceite.

Cada 2000 horas de servicio o cada año:

Sistema hidráulico.....Cambie el aceite.
 Luz de válvulas del motor.....Ajuste.

Cada 3000 horas de servicio o cada 2 años:

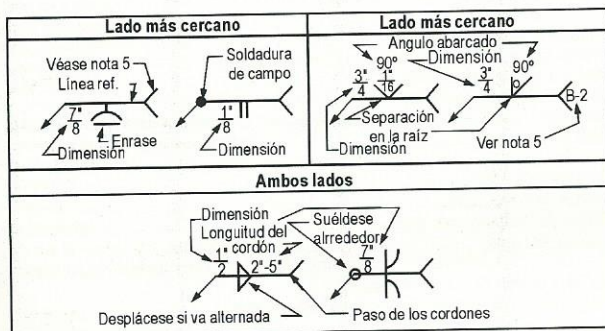
Radiador.....Limpíelo/Enjuáguelo.

SOLDADURA

SÍMBOLOS PARA SOLDADURA ELÉCTRICA

TIPO DE SOLDADURA							Soldadura de Campo	Soldadura Alrededor	Enrase
Canto	Chafan	RANURA DE LAS PIEZAS				Cuña			
		Rectangular	V	Bisel	U	J			

LOCALIZACIÓN DE LAS SOLDADURAS



UNIONES SOLDADAS

Las soldaduras de ranura, se clasifican usando los siguientes signos convencionales, los cuales cumplen con las anotaciones usadas por la American Welding Society (AWS):

1.- Tipo de Unión.

- B = Unión a tope.
- C = Unión en esquina.
- T = Unión en "te".
- BC = Unión a tope y en esquina.
- BTC = Unión a tope, en "te" y en esquina.
- TC = Unión en "te" y en esquina.

2.- Espesor del metal y eficiencia.

- L = Espesor limitado; penetración completa.
- U = Espesor no-limitado; penetración completa.
- P = Penetración parcial.

3.- Tipo de Soldadura.

- 1 = Unión recta.
- 2 = Unión en "V" simple.
- 3 = Unión en "V" doble.
- 4 = Unión con bisel simple.
- 5 = Unión con bisel doble.
- 6 = Unión en "U" simple.
- 7 = Unión en "U" doble.
- 8 = Unión en "J" simple.
- 9 = Unión en "J" doble.

4.- Proceso de soldadura. (Si no se usa soldadura de arco manual con electrodo protegido).

- S = Úsese cuando quiera indicarse soldadura de arco sumergido, con preparación de unión igual a las detalladas, pero con diferente proceso.

5.- Indicaciones.

- a = Calibrar la raíz por el lado opuesto al que va a soldarse.
- b = Para posición horizontal únicamente.
- c = Estas uniones de preferencia, deben limitarse a espesores del metal base de 16 mm.
- d = No es precalificada para uniones a tope en los patines de tensión en las trabes para puentes.

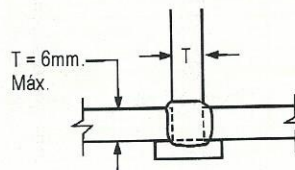
UNIONES SOLDADAS

Penetración completa

Uniones con soldadura de arco manual con electrodo protegido de espesor limitado

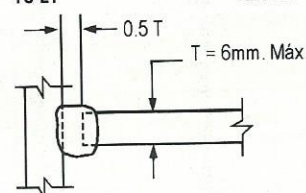
B-L1a

RECTA



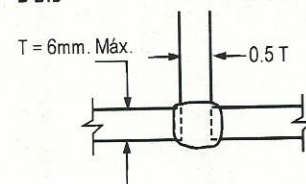
TC-L1

*RECTA



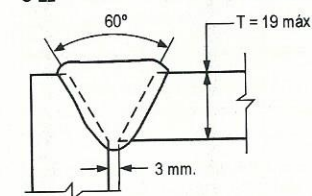
B-L1b

RECTA



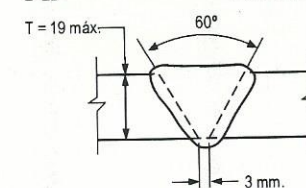
C-L2

a V SIMPLE



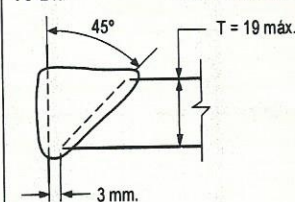
B-L2

a V SIMPLE



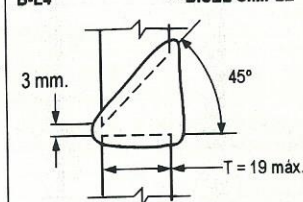
TC-L4a

a BISEL SIMPLE



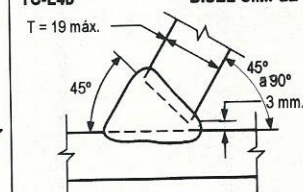
B-L4

ab BISEL SIMPLE



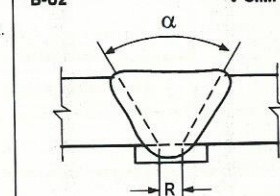
TC-L4b

a BISEL SIMPLE



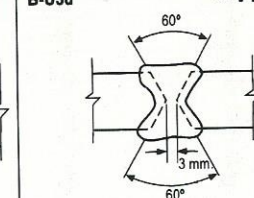
*B-U2

d V SIMPLE



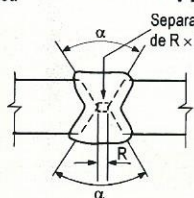
B-U3d

ac V DOBLE

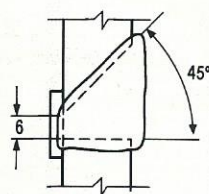


* Ver Limitaciones Pág 107

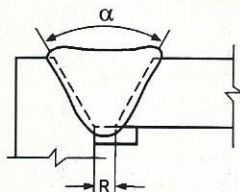
*B-U3a ac V DOBLE



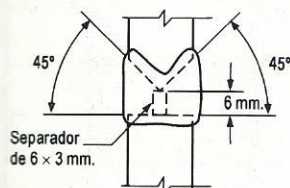
B-U4 b BISEL SIMPLE



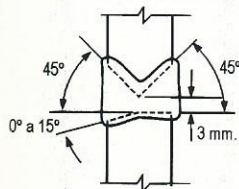
*C-U2 V SIMPLE



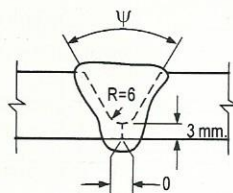
B-U5b abc BISEL DOBLE



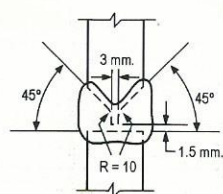
B-U5a abc BISEL DOBLE



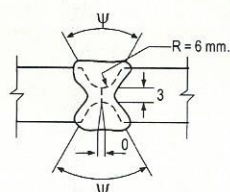
*B-U6 a U SIMPLE



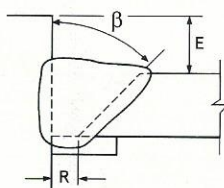
B-U9 abc J DOBLE



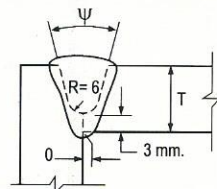
*B-U7 ac U DOBLE



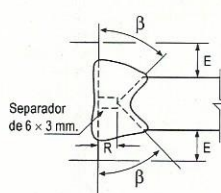
**TC-U4 BISEL SIMPLE



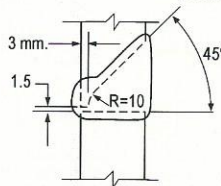
C-U6 a U SIMPLE



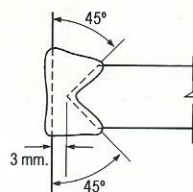
**TC-U5a ac BISEL DOBLE



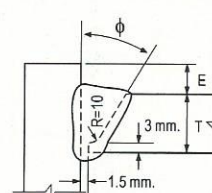
B-U8 ab J SIMPLE



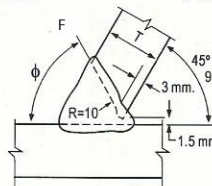
TC-U5b ac BISEL DOBLE



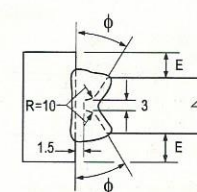
TC-U8a a J SIMPLE



*TC-U8b a J SIMPLE



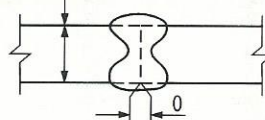
*TC-U9 ab J DOBLE



Uniones con soldadura de arco sumergido de espesores limitados y no-limitados.

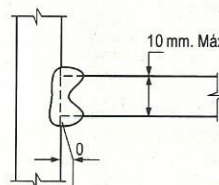
B-L1-S RECTA

13 mm. Máx.

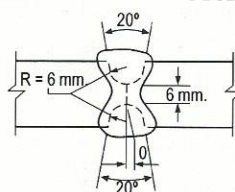


TC-L1-S RECTA

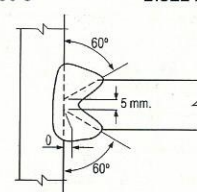
10 mm. Máx.



B-U7-S U DOBLE



TC-U5-S BISEL DOBLE



* Ver Limitaciones Pág 206

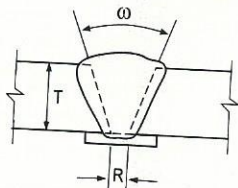
** Ver Limitaciones Pág 206

* y ** Ver Limitaciones Pág 206

*B-L2a-S

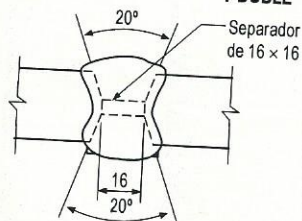
*B-U2-S

V SIMPLE



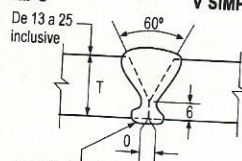
B-U3-S

V DOBLE



B-L2b-S

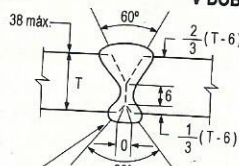
V SIMPLE



Después de soldar dar un cordón de soldadura como mínimo en lado opuesto.

B-L3-S

V DOBLE

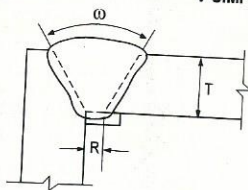


Después de soldar dar un cordón de soldadura como mínimo en lado opuesto.

*C-L2a-S

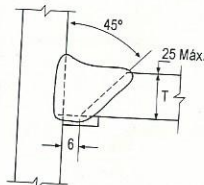
*C-U2-S

V SIMPLE



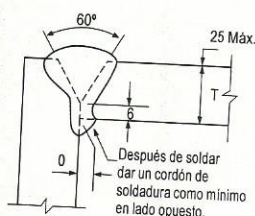
TC-L4a-S

BISEL SIMPLE



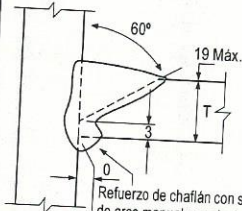
CL-2b-S

V SIMPLE



TC-L4b-S

BISEL SIMPLE

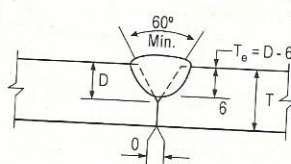


La dimensión del chaflán de refuerzo en las uniones en T o en esquina, serán igual a t/4, con 10 mm. como máximo.

Penetración Parcial

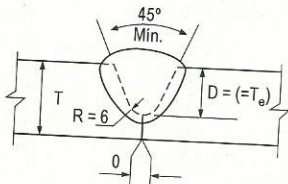
BC-P2

V SIMPLE



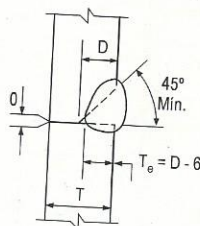
BC-P6

U SIMPLE



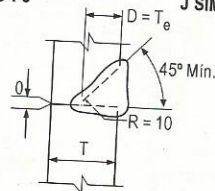
BTC-P4

BISEL SIMPLE



BTC-P8

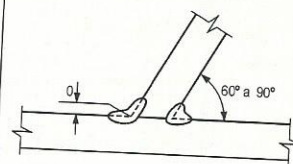
J SIMPLE



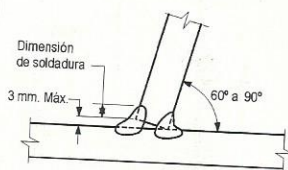
DETALLE DE CHAFLANES

Para soldadura de arco manual con electrodo protegido y de arco sumergido.

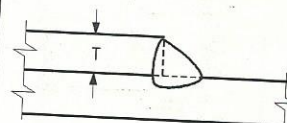
T OBLICUA



T OBLICUA

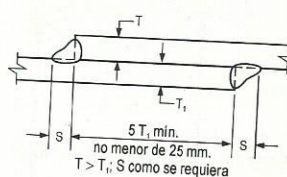


CHAFLÁN EN UN CANTO



T < 6 Dimensión máx. de chaflán = T
T ≥ 6 Dimensión máx. de chaflán = T - 15

TRASLAPE CON DOS CHAFLANES



LIMITACIONES

(*) B-U2, B-U3a Y C-U2			
α	R	Posición permitida para soldar.	
45°	6	Cualquier posición.	
30°	10	Plana y sobre cabeza únicamente.	
20°	13	Plana y sobre cabeza únicamente.	
(*) B-U6, B-U7 Y C-U6			
ψ	Posición permitida para soldar.		
45°	Cualquier posición.		
20°	Plana y sobre cabeza únicamente.		
(**) TC-U4 Y TC-U5a			
β	R	Posición permitida para soldar.	E
45°	6	Cualquier posición.	No-limitado
30°	10	Plana y sobre cabeza únicamente.	N > 76 mm.
(*) TC-U8a, TC-U8b Y TC-U9			
ϕ	Posición permitida para soldar.		E
45°	Cualquier posición.		(TC-U8a) (TC-U9) No -limitado
30°	Plana y sobre cabeza únicamente.		No < 76 mm.
(*) B-L2a-S y C-L2a-S			
ω	R	Máx. espesor (T)	
30°	6	13	
(*) B-U2-S y C-U2-S			
20°	16	No-limitado	