

REPUBLICA DE BOLIVIA

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
SERVICIOS Y VIVIENDA
VICEMINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO
DIRECCIÓN NACIONAL DE VIVIENDA
PROVIVIENDA

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

SOCIEDAD DE INGENIEROS BOLIVIA

**NORMA BOLIVIANA
DE
DISEÑO SÍSMICO**

NBDS – 2006

V.1.4 (NOV. 2006)

TITULO B. CARGAS

AUTOR: MSC. ING. ROLANDO GRANDI GÓMEZ

TITULO B. CARGAS

ÍNDICE	PÁG.
1. CLASIFICACIÓN DE CARGAS	B-1
1.1 CARGAS PERMANENTES (CP).....	B-1
1.1.1 PESO PROPIO (PP).....	B-1
1.1.2 CARGAS MUERTAS (CM)	B-1
1.1.2.1 Contrapiso	B-1
1.1.2.2 Tabiquería	B-2
1.1.2.3 Acabados de piso.....	B-2
1.1.2.4 Acabados de techo.....	B-2
1.1.3 EMPUJE DE TIERRAS (ET).....	B-2
1.1.4 EMPUJE DE AGUA (EA).....	B-2
1.1.5 OTRAS CARGAS PERMANENTES.....	B-3
1.2 CARGAS VARIABLES (CVar).....	B-3
1.2.1 CARGAS VIVAS (CV).....	B-3
1.3 CARGAS ACCIDENTALES (CAcc).....	B-3
2. COMBINACIONES DE CARGAS	B-4
2.1 ESTADOS LIMITE DE SERVICIO	B-4
2.2 ESTADOS LIMITE ULTIMOS.....	B-4
3. CARGAS VIVAS REFERENCIALES	B-5
4. CARGAS MUERTAS REFERENCIALES	B-7

ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS	PÁG.
TC3-1. CARGAS VIVAS MINIMAS.....	B-5
TC4-1. ALIMENTOS	B-7
TC4-2. COMBUSTIBLES.....	B-8
TC4-3. FERTILIZANTES	B-8
TC4-4. LIQUIDOS VARIOS	B-9
TC4-5. METALES Y ALEACIONES.....	B-9
TC4-6. MINERALES Y ROCAS.....	B-10
TC4-7. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	B-11
TC4-8. MATERIALES Y ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN (POR M2).....	B-13

1. CLASIFICACIÓN DE CARGAS

En este título se especifica las cargas que deben utilizarse para realizar el análisis estructural sísmico dinámico.

Se recomienda utilizar la siguiente clasificación de cargas:

1.1 CARGAS PERMANENTES (CP)

Las cargas permanentes son aquellas que actúan en forma continua sobre las estructura con una intensidad que varia muy poco con el tiempo.

Las mas usuales son:

1.1.1 PESO PROPIO (PP)

Se consideran cargas de peso propio (PP) todas las cargas generadas por el peso propio de los elementos estructurales, es decir comprende las cargas generadas por el peso de columnas, vigas, losas, muros, escalera, rampas, tanques, etc. Usualmente los programas de computación calculan automáticamente estas cargas.

Las cargas de peso propio en realidad pertenecen a las “cargas muertas” pero por los siguientes motivos es conveniente considerarlas como un grupo “aparte” de cargas:

- Los programas calculan automáticamente el peso propio de la estructura, por lo que es conveniente que las otras cargas muertas se introduzcan “manualmente” por separado.
- Los programas pueden “informar” en cualquier momento la cantidad de peso propio, incluso detallando por elementos estructurales.
- Esta clasificación de tener el peso propio “estructural” por separado ayuda a llevar una mejor organización de las cargas.

1.1.2 CARGAS MUERTAS (CM)

Se consideran cargas muertas los pesos de todos los elementos constructivos de obra gruesa y obra fina. Son cargas que normalmente ocupan una posición fija en la edificación y que tienen un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo. Se tiene las siguientes cargas:

1.1.2.1 Contrapiso

Usualmente sobre las losas se coloca una carpeta de mortero de 3 a 5 cm de espesor, cuyo peso varia entre 60 a 100 kg/m².

1.1.2.2 Tabiquería

Es conveniente realizar una cuantificación del valor de esta carga piso por piso, tomando en cuenta el tipo de tabiquería que se va a utilizar, su peso y el peso de sus recubrimientos, por ejemplo muro de ladrillo hueco con recubrimiento de estuco. El peso de esta tabiquería debe manejarse por metro cuadrado, para lo cual el peso de la tabiquería debe obtenerse para cada tablero de losa y finalmente deducir un peso por metro cuadrado razonable para todo el piso o para la mayor parte del piso, los otros sectores podrán tener cargas diferentes.

En caso de no ser muy significativa la carga de tabiquería (tabiquería ligera, mamparas, divisiones móviles, etc) se puede utilizar un rango que va desde 60 hasta 100 kg/m².

En caso de ser tabiquería relativamente pesada, se puede utilizar un rango que va desde 100 hasta 300 kg/m², dependiendo de si la distribución de la tabiquería es poco densa a extremadamente densa.

1.1.2.3 Acabados de piso

Comprende todas las cargas correspondientes a los recubrimientos de piso, es decir, losetas, parquet, alfombras, vinil, cerámica, etc.

Usualmente estas cargas varían desde 20 hasta 60 kg/m².

1.1.2.4 Acabados de techo

Comprende todas las cargas correspondientes a los acabados del techo (por debajo de una losa de cualquier piso), es decir plafones de yeso, plafones de aluminio, cielos raso de estuco, tablas de madera, etc.

Usualmente estas cargas varían desde 20 hasta 60 kg/m².

1.1.3 EMPUJE DE TIERRAS (ET)

Comprende todas las cargas generadas por empujes activos y pasivos de suelos.

En el diseño de los muros de contención de sótanos y otras estructuras localizadas bajo tierra, debe tenerse en cuenta el empuje lateral del suelo adyacente. Debe tenerse en cuenta las posibles sobrecargas tanto vivas como muertas que pueda haber sobre el suelo adyacente.

1.1.4 EMPUJE DE AGUA (EA)

Comprende todas las cargas generadas por el empuje del agua, tanto en la base de recipientes como la presión lateral en las paredes.

También en la base de sótanos, tanques, piscinas, etc, debe considerarse la posibilidad de cargas de subpresión generadas por la acción del agua subterránea.

1.1.5 OTRAS CARGAS PERMANENTES

Forman parte de estas cargas las deformaciones y desplazamientos impuestos a la estructura que varían muy poco con el tiempo, como los debidos a preesfuerzos o a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos.

1.2 CARGAS VARIABLES (CVar)

Las cargas variables son aquellas que actúan sobre la estructura con una intensidad que varia significativamente con el tiempo.

Es esta categoría se tiene las cargas vivas, los efectos de temperatura, las deformaciones impuestas y los asentamientos diferenciales que tengan una intensidad variable con el tiempo, también las cargas debidas al funcionamiento de maquinaria y equipo, incluyendo los efectos dinámicos debido a vibraciones, impacto o frenaje, etc.

En las edificaciones la mas usual es:

1.2.1 CARGAS VIVAS (CV)

Se consideran cargas vivas aquellas que se producen por el uso, función y ocupación de las edificaciones y que no tienen un carácter permanente.

Esta carga también se la conoce como la “carga de uso”.

Esta carga usualmente esta compuesta por el peso de personas, muebles y equipos ligeros.

1.3 CARGAS ACCIDENTALES (CAcc)

Las cargas accidentales son aquellas que no se deben al funcionamiento normal de la edificación y que pueden alcanzar intensidades significativas sólo durante lapsos breves.

En esta categoría se tiene las acciones sísmicas, efectos del viento, efectos de explosiones, incendios, etc.

En esta norma se determina la magnitud de la acción sísmica en el Título A, capítulos 3, 8 y 9.

Las acciones debidas al viento se definirán en un nuevo Título de esta norma que se elaborará en la segunda versión, no esta contemplada en esta primera versión. Por lo pronto para determinar la acción del viento, se sugiere utilizar procedimientos sencillos como el indicado en el libro “Hormigón Armado” de Jiménez Montoya.

2. COMBINACIONES DE CARGAS

Para realizar la verificación de los estados límites de servicio y de falla, las cargas deben ser combinadas para lograr obtener los efectos máximos tanto para verificar el buen funcionamiento de la estructura cuanto para realizar el diseño estructural.

2.1 ESTADOS LIMITE DE SERVICIO

A) Combinación para verificar deformadas verticales y también sirve para el diseño de fundaciones:

COMBSERV1 = 1.00 CP (Sólo cargas permanentes)

COMBSERV2 = 1.00 CP + 1.00 CVar (Cargas permanentes y cargas variables)

Por ejemplo, para una edificación típica, la COMBSERV2 se puede desglosar así:

COMBSERV = 1.00 PP + 1.00 CM + 1.00 ET + 1.00 EA + 1.00 CV

B) Combinación para verificar deformadas laterales (horizontales):

COMBLAT = 1.00 CAcc (Sólo una carga accidental)

Por ejemplo, para una edificación típica, la COMBLAT se puede desglosar así:

COMBLAT1 = 1.00 SISMO (Acción sísmica)

COMBLAT2 = 1.00 VX (Viento en la dirección "X")

COMBLAT3 = 1.00 VY (Viento en la dirección "Y")

2.2 ESTADOS LIMITE ULTIMOS

Con la siguientes combinaciones se procede a realizar el diseño estructural:

DCON1 = 1.35 CP (Sólo cargas permanentes)

DCON2 = 1.35 CP + 1.50 CVar (Cargas permanentes y cargas variables)

DCON3 = 1.00 CP + 0.50 CVar + 1.00 CAccSismo (Cargas permanentes, variables y carga accidental de sismo)

DCON4 = 1.10 CP + 1.30 CVar + 1.30 CAccViento (Cargas permanentes, variables y carga accidental de viento)

Por ejemplo, para una edificación típica, bajo acción sísmica estas combinaciones se pueden desglosar así:

DCON1 = 1.35 PP + 1.35 CM + 1.35 ET + 1.35 EA (Sólo cargas permanentes)

DCON2 = 1.35 PP + 1.35 CM + 1.35 ET + 1.35 EA + 1.50 CV (Cargas permanentes y cargas variables)

DCON3 = 1.00PP + 1.00CM + 1.00ET + 1.00EA + 0.50CV + 1.00 SISMO (Cargas permanentes, variables y acción sísmica)

Por ejemplo, para una edificación típica, bajo acción del viento estas combinaciones se pueden desglosar así:

DCON1 = 1.35 PP + 1.35 CM + 1.35 ET + 1.35 EA (Sólo cargas permanentes)

DCON2 = 1.35 PP + 1.35 CM + 1.35 ET + 1.35 EA + 1.50 CV (Cargas permanentes y cargas variables)

DCON3 = 1.10PP + 1.10CM + 1.10ET + 1.10EA + 1.30CV + 1.30 VX (Cargas permanentes, variables y viento en la dirección "X")

DCON4 = 1.10PP + 1.10CM + 1.10ET + 1.10EA + 1.30CV + 1.30 VY (Cargas permanentes, variables y viento en la dirección "Y")

Pueden existir combinaciones con viento en las direcciones negativas de VX y VY, se debe analizar esta posibilidad.

3. CARGAS VIVAS REFERENCIALES

A continuación se presenta una tabla con valores de cargas vivas referenciales:

TABLA TC3-1. CARGAS VIVAS MINIMAS

Tipo de edificación	Descripción del uso	Sobrecarga de uso (kg/m ²)
Viviendas (casas y departamentos)	Áreas de uso general	200
	Balcones	200
	Terrazas	150
	Escaleras	250
	Buhardillas no habitables	100

Oficinas Laboratorios	y	Áreas privadas con equipos ligeros	250
		Áreas privadas con equipos pesados	400
		Áreas públicas y escaleras	300
		Áreas de archivos comunes	400
		Áreas de archivos pesados	1000
Comercios		Locales comerciales pequeños y tiendas	300
		Galerías comerciales	400
		Balcones y terrazas	300
		Escaleras y accesos	400
Hospitales clínicas	y	Áreas para internados	200
		Áreas para quirófanos, laboratorios, etc.	300
		Balcones y terrazas	300
		Escaleras y accesos	300
Hoteles		Áreas para piezas	200
		Áreas para cocinas, lavanderías	400
		Áreas para salones, comedores y lugares de reunión	500
		Balcones y terrazas	300
		Escaleras y accesos	400
Edificios docentes		Aulas	300
		Comedores	300
		Pasillos	300
		Balcones y terrazas	300
		Escaleras y accesos	400
Bibliotecas		Áreas de lectura	300
		Áreas de archivo	500
Centros de reunión, templos, cines, teatros, estadiums, circos coliseos, gimnasios, etc.		Áreas con asientos fijos	300
		Áreas con asientos móviles	500
		Tribunas y graderías	500
		Balcones y terrazas	400
		Escaleras y accesos	500
		Pasillos	500
Edificios penales		Áreas de celda	200
		Comedores	300
		Pasillos	300
		Balcones y terrazas	300
		Escaleras y accesos	300
Bodegas fábricas	y	Áreas para mercaderías y máquinas livianas	500
		Áreas para mercaderías y máquinas pesadas	1000
		Áreas para frigoríficos	1200
		Pasillos, escaleras y accesos	400
Estacionamientos		Vehículos ligeros	300
		Vehículos pesados	800
Techos		Carga de limpieza y mantenimiento	50

NOTAS:

- Para cada tipo de edificación, solo se han incluido las sobrecargas de uso de las áreas que lo caracterizan. En el caso de una edificación con diferentes áreas de uso, las sobrecargas correspondientes a esas áreas deben obtenerse del tipo de edificación representativa, por ejemplo un edificio de comercio, oficinas y vivienda.

- Las cargas indicadas en esta tabla son valores mínimos de las acciones en una edificación típica, se debe investigar la posibilidad de que las cargas sean mayores.
- Las cargas indicadas son promedios mínimos de las acciones que se presentan en distintos sectores de un piso, se debe analizar la posibilidad de que algún sector presente cargas mayores.

4. CARGAS MUERTAS REFERENCIALES

A continuación se presentan varias tablas con valores de cargas muertas referenciales, valores que han sido adaptados de la Norma Chilena No.1537. Of.86. Algunos valores son de la Norma Colombiana de Diseño Sismo Resistente NSR-98.

TABLA TC4-1. ALIMENTOS

Alimentos	Kg/m3
Arroz, en sacos	930
Azúcar, en barriles	690
Azúcar, en cajones	817
Azúcar, a granel	950
Bebidas embotelladas, en cajones estibados	850
Cacao	561
Café tostado, en sacos	530
Café verde, en sacos	625
Carne y productos cárneos	720
Cerveza en botellas, encajonadas	600
Conservas de todo tipo	800
Dátiles, en cajones	880
Frijoles, en sacos	640
Fruta fresca, suelta	450
Fruta fresca, en cajas	350
Harina, en sacos	500
Harina, suelta	600
Higos, en cajones	1185
Leche condensada, cajones	800
Licores embotellados, cajones	850
Licores, en barriles	610
Mantequilla, en barriles	550
Margarina, en cajones	700
Margarina, en barriles	550
Melaza, miel, en barriles	770

Mercaderías embotelladas, en cajones	930
Pescados en barriles o cajones	800
Sal común, en sacos	1120
Sal común, granulada, apilada	770
Sebo, grasa	930
Sémola	550
Té, en cajones	400
Vino embotellado, cajones	850
Vino en barriles	610

Tabla TC4-2. COMBUSTIBLES

Combustibles	Kg/m3
Aceite de creosota	1100
Gasolina	737
Kerosene	865
Petróleo Bunkeroil	1000
Petróleo crudo	1000
Petróleo diesel	1000
Carbón, antracita	1554
Carbón, antracita, apilado	753-920
Carbón, lignita	1250
Carbón, lignita, apilado	640-865
Carbón, de leña pino	368
Carbón, de leña, encino	530
Carbón, de leña, apilado	160-224
Carbón coke	1200
Carbón coke, apilado	368-573
Carbón, turba, seca	753
Carbón, turba, apilada	320-417
Carboncillo	700
Carboncillo, apilado	160-225

TABLA TC4-3. FERTILIZANTES

Fertilizantes	Kg/m3
Carbonato de calcio	1500
Fertilizante comercial	1200
Fosfato	1500
Fosfato Thomas (escoria), en sacos	1900
Fosfato Thomas (escoria), a granel	2200
Guano en capas hasta 1,5 m	600
Guano en capas hasta 3,0 m	1000

TABLA TC4-4. LIQUIDOS VARIOS

Líquidos Varios	Kg/m3
Aceites vegetales	390
Aceites minerales, lubricantes	913
Aceite de trementina	900
Acido muriático 40 %	1200
Acido nítrico 91 %	1500
Acido sulfúrico 87 %	1794
Acido sulfúrico 30 %	1400
Agua 4 °C	1000
Agua 100 °C	960
Agua en forma de nieve fresca	125
Agua en forma de hielo	900
Alcohol 100 %	785
Alquitrán, líquido	1200
Anilina	1000
Benzol	900
Cerveza	1000
Glicerina	1250
Leche líquida	1000
Soda 66 %	1700
Vino	1000

TABLA TC4-5. METALES Y ALEACIONES

Metales y aleaciones	Kg/m3
Acero laminado	7850
Aluminio, fundido, martillado	2643
Antimonio	6620
Bario	2195
Bismuto	9780
Bronce	8154
Cadmio	8650
Cobalto	8710
Cobre, fundido, laminado	8907
Estaño, fundido, Martillado	7353
Fierro fundido	7210
Fierro fundido, Spiegelesisen	7200
Ferro – silicio	7000
Latón, fundido, laminado	8555
Magnesio, aleaciones	9797
Manganeso	7610

Mercurio	13600
Metal Monel	8907
Molibdeno	13550
Níquel	9051
Oro, fundido, martillado	19304
Plata, fundida, martillada	10510
Platino, fundido, martillado	21307
Plomo	11374
Tungsteno	19000
Vanadio	5600
Zinc, fundido, laminado	7050

TABLA TC4-6. MINERALES Y ROCAS

Minerales y rocas	Kg/m3
Andesita	2647-2690
Apatita	3204
Arcilla esquistosa, pizarra	2804
Arenisca	2355
Asbesto	2450
Barita	4500
Basalto	2950
Bauxita	2550
Bórax	1746
Calcita	2710
Caliza, mármol	2645
Casiterita	6680
Cuarzo, pedernal	2645
Diorita, dolerita	3000
Dolomita	2900
Feldespato, ortoclasa	2550
Galena	7450
Gneis	2550
Granito, sienita	2800
Hematita	5210
Hematita, trozos	2565-2885
Hematita	2085-2565
Hornblenda	3000
Limonita	3800
Magnesita	3000
Magnetita	5050
Mineral de Zn	4055
Pirita	4200

Pirolusita	4150
Pómez natural	641
Porfirita	2755
Talco, esteatita	2710
Tiza	2195
Uraninita	6500-9700
Uranita	2420-3810
Yeso, alabastro	2550

TABLA TC4-7. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Materiales de construcción	Kg/m3
Primarios	
Asfalto	1300
Arena húmeda	1800
Arena seca	1700
Cal calcinada, en trozos	700
Cal calcinada y apagada, molida	700
Cal hidráulica, calcinada en trozos	1200
Cal hidráulica, calcinada apagada, molida	1200
Caliza molida	1600
Cemento molido, Klincker de cemento	1700
Cemento en sacos	1500
Escoria cenizas	1000
Grava y arena húmedas	1850
Grava y arena secas	1750
Ladrillo hecho a mano	1400
Ladrillo hecho a máquina	1700
Ladrillo sílico- calcáreo	1800
Ladrillo molido	1500
Yeso molido	1500
Elaborados	
Albañilería de ladrillo hecho a mano	1600
Albañilería de ladrillo hecho a máquina	1800
Albañilería de ladrillo hueco	1300
Hormigón sin armar	2400
Hormigón armado	2500
Mampostería de sillares - granito	2640
Mampostería de sillares – caliza, mármol	2560
Mampostería de sillares - arenisca	2240
Mampostería de piedra seca – granito	2080
Mampostería de piedra seca–caliza, mármol	2000
Mampostería de piedra seca - arenisca	1760
Mampostería de hormigón:	

Cemento, piedra, arena	2310
Morteros:	
Mortero de cemento	2000
Mortero de cal o yeso	1750
Maderas	
Americanas(contenido humedad 15-20 %)	
Abeto	433-513
Álamo	480
Castaño	657
Cedro, blanco y colorado	352
Ciprés	480
Encina y roble	656-945
Nogal negro	420-610
Olmo blanco	720
Pino	420-705
Europeas	
Coníferas, en general	600
Latifoliadas	800
Nacionales (contenido de humedad 12 %)	
a) Latifoliadas	
Álamo	433
Eucalipto	800
Laurel	586
Roble	778
Olmo	728
b) Coníferas	
Ciprés	546
Pino	446-672
Tierra, etc., excavada	
Arcilla seca, suelta	1000-1500
Arcilla seca, compactada	1400-1800
Arcilla húmeda, plástica	1600-2000
Arcilla y grava seca, suelta	1600-2100
Arcilla y grava seca, compactada	2000-2300
Arena y grava, húmeda	1900
Arena y grava, seca, suelta	1600
Tierra seca, suelta	1000-1600
Tierra seca, compactada	1200-2000
Tierra húmeda, suelta	1000-1400
Tierra húmeda, compactada	1500-2200
Tierra, fango, fluido	1730
Tierra, fango, embalada	1850
Excavaciones bajo agua	
Arena y grava	960

Arena o grava y barro	1050
Barro, arcilla	1280
Fango de río	1450
Ripio de Piedra	1050
Tierra	1120

TABLA TC4-8. MATERIALES Y ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN (POR M2)

Cielos		Kg/m2
Aislantes industriales:		
	de 25 mm (rígido)	3-4
	de 40 mm (Semirígido)	4.8
Asbesto – cemento liso:	de 5 mm	9.0
	de 8 mm	11.5
Entablado de pino:		
	de 12 mm	8
	de 19 mm	12
	de 25 mm	15
Entablado, listones y enlucido		32
Listones metálicos y planchas de yeso suspendidas		49
Yeso cartón	de 10 mm	10
Divisiones		Kg/m2
Pandereta:		
Sin estuco		105-120
Con estuco		140-190
Plancha de asbesto–cemento:		
	de 3 mm	6
	de 5 mm	9
	de 8 mm	11.5
Vidrio:		
Simple		6
Doble		8
Triple		10.5
Yeso cartón	de 15 mm	15.0
Muros		Kg/m2
Bloque hueco de hormigón:		
	de 15 cm sin estuco	200-250
	de 15 cm con estuco	230-310
	de 20 cm sin estuco	225-250
Ladrillo:	de 15 cm sin estuco	230-260
	de 15 cm con estuco	270-300
	de 20 cm sin estuco	300-340
	de 20 cm con estuco	340-380
	Hueco de 15 cm, sin	195-215

	estuco	
	Hueco de 15 cm, con estuco	235-255
Pisos		Kg/m2
Baldosas de cemento		40
Entablado	de 19 mm	12
Entablado	de 25 mm	15
Parquet		16
Techumbre		Kg/m2
Hojalata lisa		4.9
Plancha de acero cincada:		
Lisa	de 0.4 mm	3.5
Lisa	de 0.6 mm	5.1
5 V y acanalada	de 0.4 mm	3.6-3.9
5 V y acanalada	de 0.5 mm	4.4-4.6
5 V y acanalada	de 0.6 mm	5.2-5.4
5 V y acanalada	de 0.8 mm	6.8-7.1
Plancha de asbesto cemento:		
Acanalada	de 4 mm	10.0-11.0
Acanalada	de 5mm	13.5-15.0
Acanalada	de 5 mm gran onda	15.5-17.0
Acanalada	de 6 mm gran onda	18.0-20.0
Canoa	de 8 mm	25
Tejas		Kg/m2
Asbesto – cemento		19-28
Arcilla, fabricación nacional		36-60
Arcilla, española		93
Arcilla, romana		59
Arcilla Ludivici, española		49
De cemento		50
Madera		15
Pizarra	de 4.8 mm	34
Pizarra	de 6.3 mm	49