

624.182 1
E77
e.1

CURSO

TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION EN ACERO

TEMA

USO DEL ACERO ESTRUCTURAL



JORGE ESPINOZA OTTO
INGENIERO CIVIL

-08263-

CAMARA CHILENA DE
LA CONSTRUCCION
Centro Documentación

CENTRO CHILENO DE PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION

USO DEL ACERO ESTRUCTURAL

A. GENERALIDADES

PARA LA APLICACION EFICIENTE DEL ACERO ESTRUCTURAL ES FUNDAMENTAL CONTAR CON LA DOCUMENTACION TECNICA QUE RESPALDE LOS REQUERIMIENTOS A QUE SE VEA ENFRENTADO EL PROFESIONAL INVOLUCRADO EN ESTE CAMPO.

EN ESTE SENTIDO, ES CONVENIENTE RESUMIR BREVEMENTE EL DESARROLLO TECNICO SOBRE EL USO DEL ACERO ESTRUCTURAL EN CHILE DURANTE EL PERIODO 1959 - 1998 .

CON LA PRIMERA EDICION DEL MANUAL DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS DE ACERO, ICHA (350 PAG., 1959), SE INICIA LA PARTICIPACION ACTIVA DEL INSTITUTO CHILENO DEL ACERO ICHA, ORGANISMO QUE DIRIGIO LA INFORMACION TECNICA NECESARIA PARA LOS PROFESIONALES Y LOS USUARIOS DEL ACERO ESTRUCTURAL. EN LA ELABORACION DE ESTE MANUAL SE INCLUYO LAS ULTIMAS NORMAS DE DISEÑO VIGENTES, JUNTO CON UNA DIVERSIDAD DE INFORMACION REFERENTE A TIPOS DE PERFILES, PERNOS, SOLDADURAS, UNIONES, ETC.

EN RESUMEN, ESTE MANUAL DE DISEÑO PERMITIO CONTAR CON LAS BASES QUE ORIENTARON UN CRECIMIENTO SOSTENIDO DEL ACERO ESTRUCTURAL EN LA CONSTRUCCION.

CON EL AVANCE TECNOLOGICO, EL ICHA DECIDIO PREPARAR SU SEGUNDA EDICION DEL MANUAL (947 PAG., 1976), EL CUAL SE ENTREGO TRAS SEIS AÑOS DE TRABAJO DE UN EQUIPO DE INGENIEROS CHILENOS. EN ESTE MANUAL SE DECIDIO INCORPORAR LA INFORMACION DISPONIBLE DE LOS INSTITUTOS NORTEAMERICANOS, AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION , AISC, Y AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE, AISI Y LAS NORMAS CHILENAS VIGENTES DEL INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION , INN.

DURANTE LA PERMANENCIA EN EL MERCADO CHILENO DEL MANUAL ICHA (HASTA 1993), SE LOGRO UNIFICAR CRITERIOS DE DISEÑO, NOMENCLATURA DE PERFILES, SERIES DE PERFILES SOLDADOS DOBLE TE Y PERFILES FORMADOS EN FRIO TIPO CANAL, ANGULOS Y COSTANERAS EN LOS PROYECTOS DE INGENIERIA QUE REQUERIAN DEL USO DEL ACERO ESTRUCTURAL.

COMO RESULTADO DE ESTA REALIDAD TECNICA EN EL AREA EDIFICACION EN ALTURA DE EDIFICIOS, CONSTRUIDO A PARTIR DEL AÑO 1980 ENTRE OTROS, LOS EDIFICIOS SIGUIENTES :

1. EDIFICIO MUNCHEN, (14 PISOS) - SANTIAGO
2. EDIFICIO LA BOLSA, (12 PISOS) - SANTIAGO
3. EDIFICIO VCH, (8 PISOS) - SANTIAGO
4. EDIFICIO TELETRONIC, (4 PISOS) - SANTIAGO
5. EDIFICIO TORRE LAS CONDES, (24 PISOS) - SANTIAGO
6. EDIFICIO CORDILLERA, (9 PISOS) - OSORNO

SIN EMBRAGO, POR RAZONES PRESUPUESTARIAS, FUE IMPOSIBLE QUE EL ICHA, INSTITUCION SIN FINES DE LUCRO, PUDIERA CONTINUAR CON SU PAPEL RECTOR EN ESTE CAMPO. ES POR ESTO QUE LA EMPRESA PRIVADA ASUMIO EL DESAFIO DE EFECTUAR SU APOORTE PARA PROFUNDIZAR Y SOSTENER EL DESARROLLO QUE REQUERIA EL USO DEL ACERO ESTRUCTURAL.

ES POR ELLO QUE LA EMPRESA CINTAC DECIDIO ACTUALIZAR, EN PARTE, EL MANUAL ICHA (2ª EDICION), ENTREGANDO AL MERCADO EL MANUAL DE DISEÑO ESTRUCTURAL CINTAC (596 PAG., 1993)

AL ESFUERZO DE CINTAC, SE SUMARON OTRAS EMPRESAS PRIVADAS COMO ARMCO INSTAPANEL Y SIDERURGICA AZA CON SUS MANUALES :

MANUAL DE DISEÑO DE PLACAS
COLABORANTES PV6, (121 PAGES., 1985)

MANUAL DE DISEÑO PARA ANGULOS ESTRUCTURALES L-AZA, (84 PAGES., 1990)

LAMENTABLEMENTE INICIATIVAS TAN SERIAS ACOMETIDAS POR ESTAS EMPRESAS NO HAN PODIDO SEGUIR POR EL COSTO QUE SIGNIFICA MANTENER UN EQUIPO DE INGENIERIA ESPECIALIZADA EN ESTE CAMPO.

EN RESUMEN, CHILE A 1998 CUENTA CON INFORMACION TECNICA A NIVEL DE LOS PAISES INDUSTRIALIZADOS, PERO NO DISPONIBLE POR ESTAR AGOTADAS SUS EDICIONES.

B. BASES TECNICAS PARA EL DISEÑO EN ACERO ESTRUCTURAL

EN EL ENTENDIDO DE LA NECESIDAD DE CONOCER LOS CONCEPTOS FUNDAMENTALES QUE RIGEN EL DISEÑO DEL ACERO ESTRUCTURAL, EN ANEXO Nº 1 SE PRESENTA UN RESUMEN DE LAS PAGINAS MAS REPRESENTATIVAS QUE ESTAN INVOLUCRADAS EN EL MAUAL CINTAC, EN ANEXO Nº 2 PAGINAS COMPLEMENTARIAS DEL MANUAL ICHA, 1976.

EN ANEXO Nº 3, SE INCLUYEN PAGINAS BASICAS PARA EL USO DE LAS LOSAS COLABORANTES .

C. CONCEPCION ESTRUCTURAL CLASICA

EN LA EDIFICACION EN ALTURA CON ACERO ESTRUCTURAL DESTINADA A OFICINAS Y HABITACIONAL, ES CONVENIENTE INDICAR LOS ELEMENTOS CARACTERISTICOS QUE SE EMPLEAN EN LA ACTUALIDAD.

, LAS COLUMNAS, DE PREFERENCIA, SE MATERIALIZAN CON EL EMPLEO DE PERFILES DOBLE TE SOLDADOS O LAMINADOS (IMPORTADOS). ESTOS SE ENTREGAN EN ACEROS DE CALIDAD EQUIVALENTE AL ASTM A36 ($F_f = 2530 \text{ KGF/CM}^2$), SIN EMBARGO, EXISTEN ACEROS DE MAYOR RESISTENCIA QUE PERMITEN LLEGAR A TENSIONES DE FLUENCIA DE 3500 KGF/CM^2

EN LO REFERENTE A LAS VIGAS, ESTAS SE DISEÑAN, DEPENDIENDO DE SU LONGITUD, CON PERFILES DOBLE TE SOLDADOS O LAMINADOS Y/O ESTRUCTURAS RETICULADAS.

PARA LAS LOSAS, DE PISO EN 1980 SE INTRODUJO EN CHILE EL CONCEPTO COLABORANTE DE PLACAS EN ACERO DE BAJO ESPESOR DEL TIPO NERVADAS CON DEFORMACIONES PARA PERMITIR UNA ADHERENCIA MECANICA CON EL HORMIGON FRAGUADO Y ASI CONSTITUIR EL ACERO DE REFUERZO DE LA LOSA EN SI.

ESTA TECNOLOGIA SE ESTA APLICANDO EN CHILE CON EXITO EN CUANTO A RAPIDEZ Y LIMPIEZA DE UNA CONSTRUCCION.

LOS EDIFICIOS CONSTRUIDOS A LA FECHA INCLUIDO EL AEROPUERTO ARTURO MERINO BENITEZ EN SU AMPLIACION Nº 1, SEÑALAN LA VENTAJA DEL USO DEL ACERO POR :

- COSTO
- RAPIDEZ
- AREAS UTILES
- LIMPIEZA

LAMENTABLEMENTE, EL TEMA PROTECCION AL FUEGO Y SOLUCION DE TERMINACIONES SON ASPECTOS QUE HAN ENTRABADO EL AVANCE DEL ACERO ESTRUCTURAL EN CHILE.

ATENDIENDO A LA EXPERIENCIA ACUMULADA A LA FECHA, SE DEBE PUNTUALIZAR ALGUN ANTECEDENTE SOBRE ESTOS TEMAS (VER PUNTOS D Y E)

EN TODO CASO, A PESAR DE ESTOS INCONVENIENTES PARA EL USUARIO, EL ACERO ESTRUCTURAL EN CHILE ES UNA REALIDAD ABSOLUTAMENTE COMPETITIVA AL COMPARARLA CON LAS SOLUCIONES EQUIVALENTES EN HORMIGON ARMADO.

D. PROTECCION AL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL

EN CHILE, LA ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES REGULA LOS DISEÑOS DE LOS EDIFICIOS EN FUNCION DE CRITERIOS DE PROTECCION DE LA VIDA DE SUS OCUPANTES. EN ESTE SENTIDO, Y DEL ANALISIS DE LA ORDENANZA, SE ADJUNTA EN ANEXO Nº 4 UN EXTRACTO DEL INFORME ELABORADO POR JEO INGENIERIA, SOBRE ESTE TEMA.

DE LO EXPUESTO EN ESTE INFORME PRACTICAMENTE TODAS LAS CONSTRUCCIONES EXISTENTES EN CHILE DEBEN SER PROTEGIDAS CON ALGUN RATING DE FUEGO.

LAMENTABLEMENTE ESTAS EXIGENCIAS NO SE COMPADECEN , PARA EL ACERO ESTRUCTURAL, CON LAS EXISTENTES EN LOS PAISES INDUSTRIALIZADOS Y HAN SIGNIFICADO ENORMES COSTOS PARA LAS CONSTRUCCIONES DISEÑADAS CON ACERO ESTRUCTURAL.

ES FUNDAMENTAL INSISTIR CON LOS ORGANISMOS PERTINENTES SE ANALICE ESTA SITUACION TAN DESMESURADA PARA UN PAIS QUE NECESITA AVANZAR EN LAS SOLUCIONES HABITACIONALES CON COSTOS RAZONABLES.

A MODO DE EJEMPLO, ES CONVENIENTE INFORMAR QUE LOS GASTOS REQUERIDOS PARA PROTECCION AL FUEGO (EJEMPLO F60) SIGNIFICA UN MAYOR COSTO DEL ORDEN DE UN 20% DEL VALOR DE LA ESTRUCTURA DE ACERO, JUNTO CON UN INCREMENTO IMPORTANTE EN EL TIEMPO DE CONSTRUCCION.

LA SITUACION SE AGRAVA FUERTEMENTE EN LA PARTE INDUSTRIAL YA QUE EN ESTOS CASOS SE DEBE RECURRIR A PINTURAS INTUMESCENTES. LAS QUE POR PARTE BAJA. PARA UN RATING F60 SIGNIFICA CASI UN 40% DEL VALOR DE LA ESTRUCTURA DE ACERO .

E. SISTEMA JOIST STEEL - JOIST GIRDER

UNA DE LAS GRANDES VENTAJAS QUE TIENE EL ACERO ESTRUCTURAL ES EL DE LA CONFORMACION DE VIGAS RETICULADAS TIPO WARREN, PRATT O VIERENDEL. CON ESTE TIPO DE VIGAS SE PUEDE OBTENER UNA RELACION OPTIMA RESISTENCIA/COSTO AL LOGRAR CUBRIR GRANDES LUCES CON VIGAS DE ALMA ABIERTA Y CORDONES DE PERFILES LIVIANOS.

PARA EL USO DE ESTAS VIGAS, EN ESTADOS UNIDOS SE CONSTITUYO EL STEEL JOIST INSTITUTE SJI, ORGANISMO QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES NORMALES PARA VIGUETAS DE ACERO DE ALMA ABIERTA.

EN CHILE, EXITEN DIVERSAS CONSTRUCCIONES EN LAS QUE SE HAN APLICADO ESTAS VIGUETAS CON GRAN ECONOMIA Y RAPIDEZ A MODO DE EJEMPLO SE TIENE:

1. CORPORA TRES MONTES , CASABLANCA , 25.000 M2
2. CMS CHILE, SAN FRANCISCO DE MOSTAZAL, 10.000 M2
3. SODIMAC, SANTIAGO, 5.000 M2
4. HOME DEPOT, SANTIAGO, 22..000 M2

ESTAS VIGUETAS TAMBIEN PUEDEN SER UTILIZADAS COMO VIGAS DE PISO DE GRANDES LUCES. A MODO DE EJEMPLO TENEMOS :

1. TORRES GEMELAS, USA
2. EDIFICIO OFICINA PRINCIPAL FAMA E, CHILE

A ESTE SISTEMA DE VIGUETAS, SE HA INCORPORADO EL CONCEPTO DE DIAFRAGMA DE CORTE, AL UTILIZAR LAS PLACAS NERVADAS DE CUBIERTA TRABAJANDO EN CONJUNTO CON LAS VIGUETAS VJS A TRAVES DE UN PATRON DEFINIDO DE ELEMENTOS DE CONEXION TIPO HILTI. EL TRABAJO CONJUNTO PERMITE CONTAR CON DIAFRAGMAS RIGIDOS QUE EVITAN EL USO DE DIAGONALES HORIZONTALES DE TECHOS. PARA SU DISEÑO EL STEEL DECK INSTITUTE SDJ, HA PREPARADO EL DOCUMENTO "DIAPHRAGM DESIGN MANUAL" QUE PERMITE DETERMINAR LAS RIGIDECES DEL DIAFRAGMA Y SUS CORRESPONDIENTES EJEMPLOS.

F. SISTEMA CONSTRUCTIVO HAPE

LA EXPERIENCIA OBTENIDA EN CHILE, AL DISEÑAR Y CONSTRUIR EDIFICIOS DE ACERO, EN DONDE LOS PROBLEMAS INDICADOS EN LOS PUNTOS ANTERIORES, ESPECIALMENTE LA PROTECCION AL FUEGO Y LAS TERMINACIONES, HAN INCENTIVADO EL DESARROLLO DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO QUE PERMITA OPTIMIZAR :

1. COSTOS
2. RAPIDEZ
3. CALIDAD

PARA LO ANTERIOR, Y ATENDIENDO AL CONCEPTO DE DISEÑO COMPUESTO ACERO - HORMIGON, SE CUENTA EN LA ACTUALIDAD CON EL SISTEMA **HAPE** QUE SIGNIFICA PREFABRICADO ESTRUCTURAL EN HORMIGON Y ACERO, EL CUAL PERMITE FABRICAR EN TALLER COLUMNAS, VIGAS Y LOSAS CON ACERO ESTRUCTURAL EMBEBIDO EN HORMIGON ARMADO.

EL RESULTADO ES UN AHORRO CERCANO AL 18% AL COMPARARLO CON LAS SOLUCIONES EXISTENTES EN CHILE SEGUN SE EXPONE EN EL ANEXO N° 6.

LOS EJEMPLOS REALES DE ESTE SISTEMA SE VERAN, A PARTIR DE SEPTIEMBRE, EN :

1. EDIFICIO CRAMER, EN CERRILLOS
2. MOVICENTER, LOCAL GENERAL MOTORS, SANTIAGO

EN AMBAS OBRAS, LA SOLUCION HAPE PERMITIO AHORROS IMPORTANTES COMO :

- PROTECCION AL FUEGO : SE ELEMINA ESTE COSTO
- TERMINACIONES : SE ELIMINA POR SER HORMIGON VISTO, O REDUCE AL MINIMO
- PESO ACERO ESTRUCTURAL : SE REDUCE AL TRABAJAR EN CONJUNTO CON EL HORMIGON

EN RESUMEN, EN CHILE LA SOLUCION ACERO ESTRUCTURAL ENTRA EN UN CAMINO QUE AUGURA UN FUTURO IMPORTANTE DE MASIFICACION AL EMPLEAR LA TECNOLOGIA AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION.



JORGE ESPINOZA OTTO
INGENIERO CIVIL