

SOLIDO HP v3.3

MANUAL

Diego Esquinazi Bachoer (diego@esquinazi.com)
Héctor Fernández Dotú (hfd_16@hotmail.com)
Agosto 2012



INDICE

<i>INSTALACIÓN</i>	<i>3</i>
<i>ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA</i>	<i>4</i>
<i>DESCRIPCIÓN DETALLADA</i>	<i>5</i>
<i>ELASTICIDAD</i>	<i>5</i>
<i>AIRY</i>	<i>6</i>
<i>ELEMENTOS FINITOS</i>	<i>7</i>
<i>PLACAS</i>	<i>8</i>
<i>LAMINAS</i>	<i>10</i>
<i>SOLVER</i>	<i>11</i>
<i>LIMPIEZA DE VARIABLES</i>	<i>11</i>
<i>ACLARACIONES Y CONSEJOS</i>	<i>12</i>
<i>¿QUE SON LA VARIABLES?</i>	<i>12</i>
<i>ESCRIBIENDO MENOS (RECOMENDADO)</i>	<i>12</i>
<i>¿POR QUE ES IMPORTANTE BORRAR LAS VARIABLES?</i>	<i>12</i>
<i>¿COMO BORRAR VARIABLES?</i>	<i>12</i>
<i>CHANGE LOG</i>	<i>13</i>

SOLIDO HP v3.3

INSTALACIÓN

Para instalar el programa, copia la librería “1673” en cualquiera de los 3 puertos (0:IRAM, 1:ERAM, 2:FLASH). Luego pulsa ON + F3 para reiniciar la calculadora. (Recomendado el puerto FLASH)

NOTA: Con el reinicio no se perderá nada que tengas en la memoria de la calculadora ni de la tarjeta SD pero si se borrarán los resultados que tengas en la pantalla en ese momento.
Es recomendable desinstalar cualquier versión anterior simplemente borrándola del puerto correspondiente.

EJECUCIÓN DEL PROGRAMA

Puedes buscar tu nuevo programa en el catálogo de la calculadora donde tienes acceso a TODAS las funciones y programas de tu HP. Para entrar al catálogo pulsa botón rojo + P (CAT). Debes buscar el programa por el nombre *SOLIDOHP*. Puedes pulsar ALPHA y luego la letra S para llegar antes a su posición. Si estás en modo RPN entrarás directamente pero, si estás en modo ALG aparecerá la palabra SOLIDOHP en la pila de la calculadora. Pulsa ENTER.

También puedes escribir SOLIDOHP en la pila y pulsar ENTER para entrar.

Se recomienda utilizar
el programa en modo
RPN

Ver ACLARACIONES Y CONSEJOS al final.

ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA

SOLIDOHP

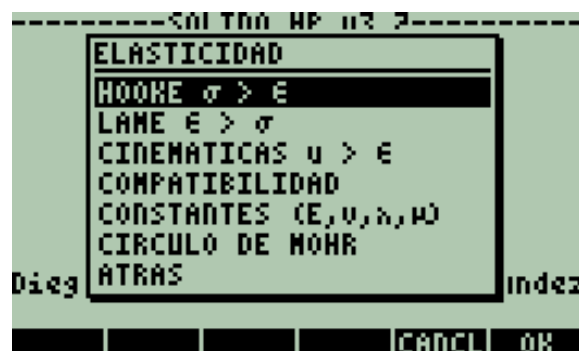
- ➡ELASTICIDAD
 - HOOKE
 - LAME
 - CINEMATICAS
 - COMPATIBILIDAD
 - CONSTANTES
 - CIRCULO DE MOHR
- ➡AIRY
 - GENERAR FUNCION
 - DERIVAR FUNCION
 - CHECK BIARMONICIDAD
- ➡ELEMENTOS FINITOS
 - INVERSA DE JACOBIANO
 - MATRIZ DE ESFUERZOS (N)
 - MATRIZ B
 - MATRIZ DE RIGIDEZ (K)
 - DESPLAZAMIENTOS (u)
- ➡PLACAS
 - CARTESIANAS
 - DEFORMACIONES
 - TENSIONES
 - MOMENTOS
 - CORTANTES (Q)
 - CORTANTES (V)
 - U RAYLEIGH RITZ
 - POLARES
 - LAGRANGE
 - RAYLEIGH RITZ
 - LEYES (M,Q,V,...)
- ➡LAMINAS
 - ESFUERZOS (N)
 - REACCION (R)
 - DEFORMACIONES
 - ESFUERZOS FLEXION
 - VON MISES
- ➡SOLVER
- ➡LIMPIEZA DE VARIABLES

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Nada más entrar verás un menú como este:

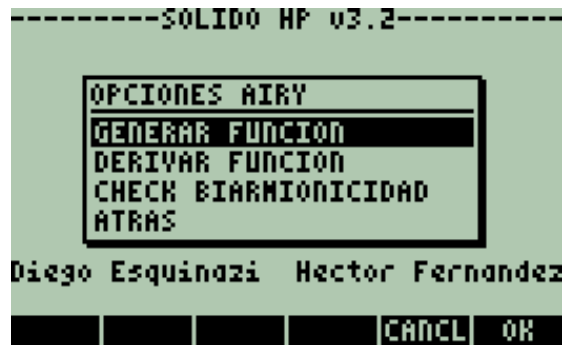


1. ELASTICIDAD



- **HOOKE** pasa tensiones (σ) a deformaciones (ϵ).
- **LAME** pasa deformaciones (ϵ) a tensiones (σ).
- **CINEMATICAS** pasa desplazamientos (u) a deformaciones (ϵ).
- **COMPATIBILIDAD** comprueba las 6 ecuaciones de compatibilidad indicando cuáles se cumplen y cuáles no. En el caso de que alguna no se cumpliera, saldría por pantalla simplificada. Esto vale, por ejemplo, para cuando te piden: "Calcule el valor de la constante 'a' para que se cumplan las condiciones de compatibilidad". Meterías las ecuaciones con la 'a' para que calcule en simbólico* y luego en la pantalla te aparecería algo parecido a $-2 + a = 0$.
(*Ver el apartado de CALCULO SIMBOLICO al final, en ACLARACIONES Y CONSEJOS)
- **CONSTANTES** pasa de "E y ν " a " λ y μ " y viceversa.
- **CIRCULO DE MOHR** Calcula las tensiones y direcciones principales de en tensor.

2. AIRY



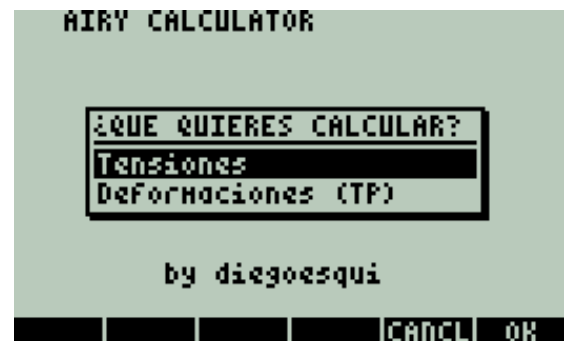
• GENERAR FUNCIÓN

Implementa la función de Airy tanto polinómica como armónica. Se debe introducir mediante 1=SI o 0=NO las paridades en los distintos ejes y el orden en el caso de Airy polinómico. Devuelve una expresión genérica de Airy en función de sus constantes.



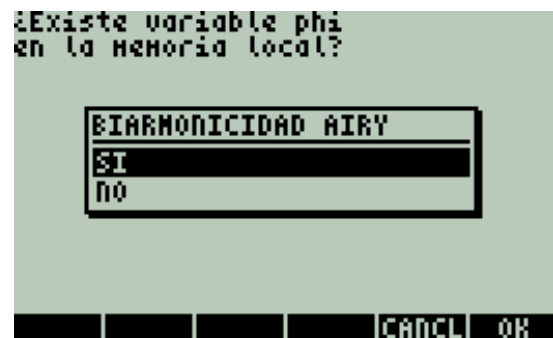
• DERIVAR FUNCIÓN

Te permite calcular TENSIONES o DEFORMACIONES (TP**) una vez que tienes la expresión de $\phi(x,y)$. Puedes meter la ϕ con todas las constantes sin hallar (la que te devuelve el **GENERADOR**) para no tener que hacer todas las derivadas. Igualando dichas expresiones a las correspondientes condiciones de contorno obtendrás las ecuaciones para despejar las constantes de Airy (por ejemplo, usando la nueva aplicación: **SOLVER**). (**TP=Tensión Plana)



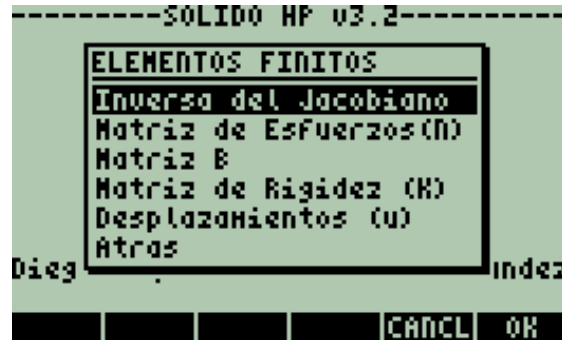
• CHECK BIARMONICIDAD

Comprueba la biarmonicidad del polinomio de Airy una vez que ya has hallado todas sus constantes. Esto debería comprobarse para polinomios de grado mayor o igual que 5.



3. ELEMENTOS FINITOS

Todas las aplicaciones de elementos finitos están pensadas para ser usadas de forma encadenada.



- **INVERSA DEL JACOBIANO**

Calcula J^{-1} para elementos de 3 o 4 nodos.

- **MATRIZ DE ESFUERZOS (N)**

Calcula la matriz de esfuerzos N para elementos de 3 o 4 nodos.

- **MATRIZ B**

Reordena la matriz de esfuerzos para elementos de 3 o 4 nodos.

- **MATRIZ DE RIGIDEZ (K)**

Calcula la matriz

$$K = \int B^T DB dV \approx B^T DBA$$

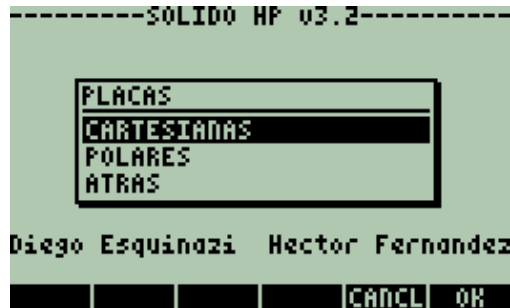
Aplicando Gauss para resolver la integral con un solo punto de integración. Donde A es el peso asignado al elementos de integración (Área del elemento).

- **DESPLAZAMIENTOS (u)**

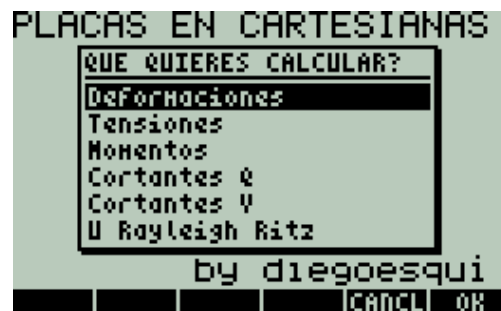
Calcula los desplazamientos de los nodos debidos a unas cargas.

$$\{F\} = [K]\{u\}$$

4. PLACAS



• CARTESIANAS



Simplemente selecciona lo que quieras calcular. A continuación se te presentará una pantalla para introducir los datos de entrada. (NOTA: en la v2.0 se ha quitado la entrada Z, cuyo valor será, siempre, $h/2$).

Esta aplicación debe realizar cálculos simbólicos muy complejos, lo cual lleva su tiempo. No desesperes y espera a que acabe de calcular (nunca he resuelto un problema que tarde mas de 15 o 20 segundos). Siempre será mas rápida la calculadora que tú a la hora de realizar derivadas terceras.



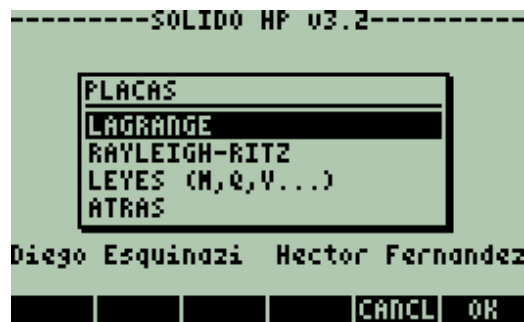
Solo debo comentar la ultima aplicación:

U RAYLEIGH RITZ.

Lo que hace es calcular el argumento de la integral (el $(\Delta\omega)^2 + \dots$). Pero NO INTEGRA, ni tampoco incluye el termino $D/2$ que se suele poner antes de la integral. Esto está hecho así para que los número salgan más pequeños y se vean mejor en la calculadora. Igualmente saldrá por pantalla el resultado de $D/2$ para que no tengas que calcularlo.

No se te ocurra meter la $U(X,Y)$ para que te lo integre la HP porque es una integral doble y se te va a pasar el tiempo del examen y seguirá calculando. Eso si no te quedas sin batería antes. Intégralo a mano.

• POLARES



LAGRANGE

Sirve para sacar las constantes de $\omega_H = C_1 r^2 \ln r + C_2 r^2 + C_3 \ln r + C_4$
(Solo para el caso $\omega_p = 0 \rightarrow q = 0$).

Tendrás que elegir entre borde: EMPOTRADO, APOYADO y LIBRE y la aplicación empezará a pedirte datos como por ejemplo: a qué distancia está o si hay momentos exteriores y al final te dará las ecuaciones ya simplificadas en función de las constantes, C_i . Haces lo mismo para cada condición de contorno y al final tendrás tus 4 ecuaciones para meterlas en el **SOLVER** y despejar las constantes.

RAYLEIGH-RITZ

Sigue el mismo principio que su homólogo en cartesianas. **Solo calcula el argumento de la integral. Sin incluir el término πD** (que saldrá luego por pantalla para no tener que calcularlo). En polares, ha diferencia del caso anterior, la expresión es de una sola variable, por lo que podrías meter la expresión en el EQW (Equation Writer) para que te calcule la integral, aunque es tan sencilla que seguramente tardes menos en calcularla a mano.

NOTA IMPORTANTE: A pesar de que la variable típica de ω para polares es r , he programado para usar la X (mayúscula) en vez de la r (minúscula). La razón es obvia: tardas menos en pulsar la X en la HP (sin ALPHA ni nada) que tener que pulsar ALPHA + SHIFT blanco + R para poner una r minúscula.

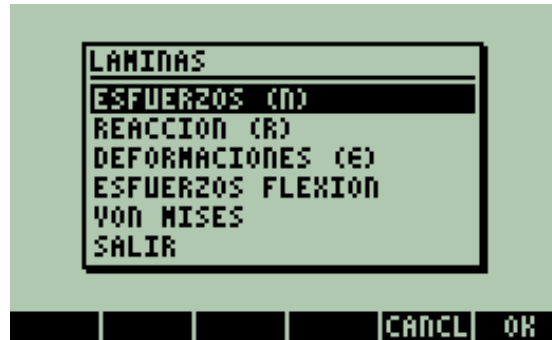
LEYES

Primero te pide ω (RECUERDA USAR LA X EN VEZ DE LA r) y otros datos típicos (E , v , h). Luego saldrá un menú como el de la figura donde podrás seleccionar lo que quieras calcular.

Los resultados saldrán en función de X también, recuerda que representan una r .

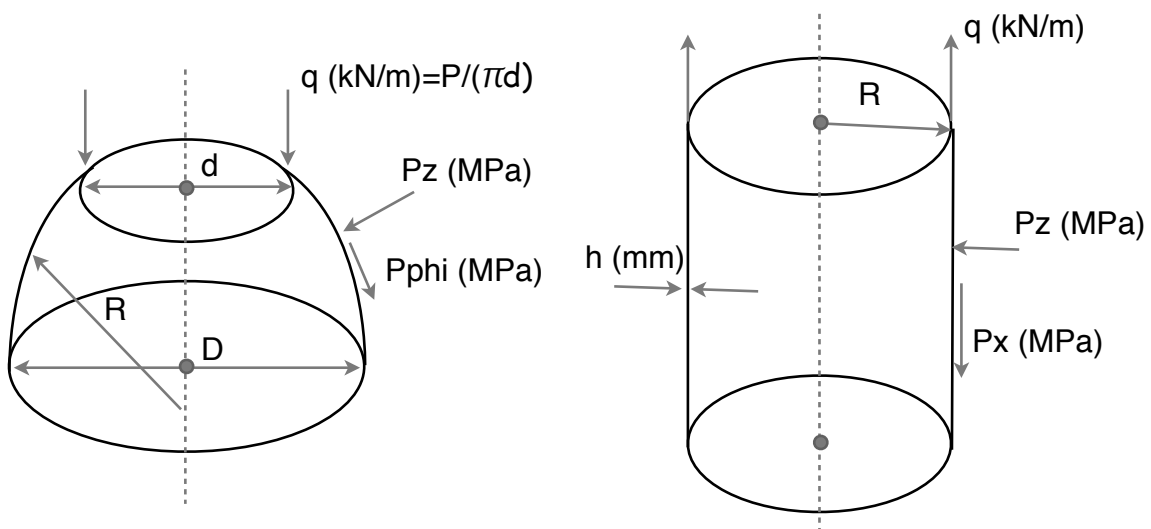


5. LAMINAS



• ESFUERZOS

Calcula los esfuerzos tangenciales y axiales (N_ϕ y N_θ) de una lámina cilíndrica (truncada o no) o esférica.



Para la esfera truncada con carga en la abertura superior, deberá introducirse la carga P sin distribuir, en kN. El programa calcula q (kN/m) automáticamente, como se indica en la figura.

En el caso de esfera sin truncar, hacer $d=0$.

Para agregar el peso propio de la esfera, dar valores a ρg y a h (por defecto valen 0).

Ojo: Los signos pueden no salir bien, pero los resultados son correctos.

• REACCION

Calcula la reacción de una lámina esférica.

• DEFORMACIONES

Calcula las deformaciones (ϵ_ϕ y ϵ_θ) y la variación de diámetro (ΔD) de una lámina.

• ESFUERZOS DE FLEXION

Calcula los desplazamientos (w y θ) y los esfuerzos de flexión (H y M) para figuras cilíndricas o esféricas en un punto concreto. Se deberá especificar la condición de contorno (empotrada o apoyada).

• VON MISES

Aplica la ecuación de Von Mises y calcula el espesor mínimo de una lámina para resistir una cierta tensión, σ_y , o viceversa.

6. SOLVER

Resuelve sistemas de ecuaciones por métodos numéricos (NO FUNCIONA EN SIMBÓLICO). Básicamente funciona igual que el famoso SolveSys, pero con una interfaz no tan atractiva quizás.

¿POR QUÉ USAR **SOLVER** Y NO SOLVESYS?

En varias aplicaciones se devuelven ecuaciones que, junto a las condiciones de contorno, permiten despejar variables, constantes, incógnitas, etc. Si quisieras resolver estas ecuaciones (o sistema de ecuaciones) con SolveSys deberías copiar y pegar una a una las ecuaciones en dicho programa, lo cual es bastante engorroso. **SOLVER** te permite resolverlas directamente desde la pantalla de la calculadora, sin moverlas.

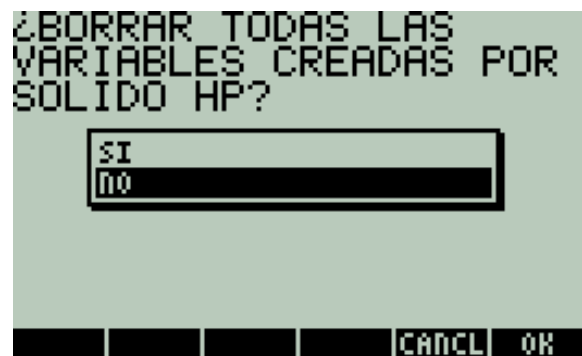
¿CÓMO FUNCIONA **SOLVER**?

Primero que nada, la calculadora tiene que estar en **modo RPN**. Las ecuaciones a resolver deben estar seguidas y en las primeras posiciones del stack, es decir, abajo del todo. Al ejecutar la aplicación te pedirá el orden del sistema (el número de ecuaciones, o de incógnitas). Luego deberás introducir las incógnitas que aparecen en el sistema separadas por espacios (por ejemplo: X Y Z ó C1 C2 C3 C4). Por último deberás introducir aproximaciones iniciales para cada una de las incógnitas, también separadas por espacios (por ejemplo: 1 1 1 1). Los resultados saldrán por pantalla en el mismo orden que has metido las incógnitas. Pulsa la tecla ON al finalizar los cálculos para devolver el encabezado normal de la calculadora. No perderás absolutamente nada del stack.

NOTA: Asegúrate de que las variables en las cuales quieres resolver el sistema no existan ya en la memoria ni tengan un valor asignado. Deberás borrarlas previamente o cambiarles el nombre para que no interfiera con los cálculos de SOLVER.

7. LIMPIEZA DE VARIABLES

En la versión 1.1 de *SOLIDO HP* se incorporó esta función, que permite borrar todas las variables creadas por el propio programa de una forma muy fácil y rápida. Tus variables ajenas a *SOLIDO HP* estarán a salvo, a no ser que las hayas guardado con el mismo nombre que alguna de las variables que yo utilizo en *SOLIDO HP*. A continuación verás una lista de las variables utilizadas en *SOLIDO HP* y que serán eliminadas con esta función:



{u ux uy uz σ σ_x σ_y σ_{xy} σ_r σ_θ ϵ ϵ_x ϵ_y ϵ_{xy} ϵ_r ϵ_θ Mx My Myx Mr M θ Qx Qy Qr Q θ Vx Vy w phi D B N invJ K W a M H θ ϵ phi ϵ Δ D N θ Nphi R}

ACLARACIONES Y CONSEJOS

¿QUE SON LA VARIABLES?

Todas las aplicaciones guardan los resultados en variables. Pulsa la tecla VAR (J) para ver todas las variables que tienes guardadas. Con las teclas F1-F6 podrás seleccionar una variable para usarla o ver su contenido. Pulsa TOOL (I) para recuperar el menú de toda la vida de tu HP.

ESCRIBIENDO MENOS (RECOMENDADO)

En muchas aplicaciones tienes que meter ecuaciones muy largas como por ejemplo la expresión de $\omega(x,y)$ en placas. Esas aplicaciones están preparadas para guardar también los datos de entrada (además de los de salida). Con lo que solo tienes que escribirlo UNA vez. La siguiente vez que lo necesites, cuando estés en la pantalla de entrada de datos, como la de la figura, simplemente posicionándote en el cuadrado que quieres rellenar (como se ve en la figura), pulsa la tecla VAR (J) y selecciona la variable deseada (en este caso se llamará w, obvio) y ENTER.



¿POR QUE ES IMPORTANTE BORRAR LAS VARIABLES?

Luego de usar varias veces *SOLIDO HP* lo más seguro es que tengas la memoria llena de variables que ya no te interesan y no hacen más que estorbar. Estas variables se pueden borrar sin problema una vez que ya no las necesitas. Recomiendo hacer limpieza de variables siempre que puedas. A veces incluso puedes tener errores porque un programa intenta crear una variable que ya existe. Por suerte, yo ya me he encargado de evitar todo este tipo de errores en *SOLIDO HP* pero puede haber algún conflicto con otros programas (o por ejemplo, con variables tuyas).

¿COMO BORRAR VARIABLES?

v1.1 y superiores: Se ha incorporado una función de limpieza de variables en el menú principal.

v1.0: Para borrarlas manualmente tienes que entrar en FILES (SHIFT blanco + APPS (G)). Entrar al HOME. Seleccionas todas las variables que quieras borrar con la tecla +/- (letra W). Luego tienes que buscar la opción PURGE en el menú de las teclas F1-F6 (si no la vez, pulsa la tecla NXT (letra L) hasta que la veas) aparecerá en la posición de F1. Pulsas F1 y empezará a pedirte confirmación para borrarlas, una a una. Puedes ir pulsando YES, YES, YES todo el rato o si lo tienes claro puedes pulsar ALL (F2) y las borra todas del tirón.

CALCULO SIMBOLICO (RECOMENDADO)

SOLIDO HP está pensado y preparado para trabajar en simbólico*. Esto quiere decir que si en algún problema desconoces alguna/s de las variables de entrada, puedes introducir una letra en su lugar. Quizás el resultado no quede simplificado todo lo que se podría. (No olvidemos que es una máquina). Si utilizas tu HP en modo ALG puedes introducir la letra o cadena de caracteres que quieras (por ejemplo: E o h o C1). Si por el contrario utilizas el modo RPN, cuando desees introducir letras en las casillas de entrada, deberás hacerlo entre ' ' (comillas simples). Las encontrarás en la tecla con la letra O. (por ejemplo: 'E' o 'v' o 'C1') (*Salvo en las aplicaciones en las cuales se indica lo contrario: consultar manual)

CHANGE LOG

v3.3:

- Recompilación de todas las aplicaciones.
- Se corrigió el problema ESFUERZOS (N) para elementos de 4 nodos en ELEMENTOS FINITOS.
- Se corrigió el problema que impedía que se abriese correctamente la aplicación CHECK BIARMONICIDAD.
- Actualización del manual e Intro.

v3.2:

- Se añadieron varias aplicaciones dentro de LAMINAS.
- Se añadió la aplicación CIRCULO DE MOHR.
- Se añadió la aplicación DESPLAZAMIENTOS dentro de ELEMENTOS FINITOS.
- Se eliminó la opción LIBRE de la aplicación ESFUERZOS DE FLEXION en LAMINAS.
- Se añadieron variables a la aplicación de LIMPIEZA DE VARIABLES.
- Actualización de la intro.
- Rediseño y actualización del manual.

v3.1:

- Se añadió la aplicación INVERSA DEL JACOBIANO.
- Se añadió la aplicación MATRIZ DE ESFUERZOS (N).
- Se añadió la aplicación MATRIZ B.
- Se ajustó la aplicación MATRIZ K para adaptarla al cálculo encadenado con el resto de aplicaciones de ELEMENTOS FINITOS.
- Se asignó valor a la variable "beta" en el GENERADOR DE AIRY ARMONICO.
- Se reparó el fallo por el cual no lanzaba la aplicación CINEMATICAS en ELASTICIDAD.
- Se modificó ligeramente el menú ELASTICIDAD para hacerlo mas intuitivo.
- Se corrigió una ecuación en la aplicación ESFUERZOS DE FLEXION (LAMINAS) aunque continua en fase beta.
- Se ajustaron botones y función atrás mediante la tecla ON.
- Se quitaron los carteles de "Guardado en variable" de todas las aplicaciones de ELASTICIDAD.
- Se agregaron contadores de porcentaje de cálculo en algunas aplicaciones de cálculo pesado.
- Se actualizó la aplicación de limpieza de variables.

v3.0:

- Incorporación de *Héctor Fernández Dotú* al grupo de programadores de *SOLIDO HP*.
- Se añadieron las aplicaciones: GENERAR FUNCION y CHECK BIARMONICIDAD en la sección AIRY.
- Se añadió la aplicación: ESFUERZOS en las sección LAMINAS.
- Se añadió la aplicación: SOLVER.
- Se actualizó la lista de variables que borra la aplicación LIMPIEZA DE VARIABLES.
- Ahora los resultados, además de guardarse en variables, salen todos por pantalla.
- Ahora la aplicación CINEMATICAS, dentro de ELASTICIDAD, permite calcular el caso particular de tensión plana (TP). Añadiéndose una nueva variable de entrada que responde a la pregunta de: ¿Tensión Plana?. En la que 0=SI (caso de TP) y 1=NO (resto de casos).
- Corrección del bug que generaba resultados erróneos en la aplicación RAYLEIGH-RITZ en PLACAS POLARES.
- La antigua aplicación AIRY ahora se llama DERIVAR FUNCION, reservando la etiqueta Airy para el menú.
- Reestructuración del menú para añadir las nuevas funciones.
- Sustitución de la palabra "programa" por "aplicación", reservando la palabra programa para referirse a *SOLIDO HP*.
- Se añadió la INTRO del programa: Agradecimiento a *Javier López Guerrero* por su colaboración en la edición de los gráficos.
- Revisión y actualización del MANUAL de *SOLIDO HP*.

v2.1:

- Corrección de la mala visualización del resultado D/2, en la aplicación U DE RAYLEIGH-RITZ de PLACAS en CARTESIANAS, debido a un error de código en la nueva versión.

- Revisión y corrección del MANUAL de *SOLIDO HP*.
- v2.0:
- Aplicación PLACAS CARTESIANAS completamente nuevo. Con una interfaz cambiada y una considerable optimización en los cálculos. Optimización de código por cambio de algunas variables simples a variables locales.
- Además se añadieron mensajes indicativos del % real de cálculo realizado. (Solo para PLACAS CARTESIANAS y LEYES en PLACAS POLARES, para que no te desespere en los largos tiempos de cálculo).
- Se corrigió el problema por el cual no lanzaba la aplicación de Rayleigh-Ritz en PLACAS POLARES.
- Se añadieron algunas variables a la función de LIMPIEZA DE VARIABLES.
- Corrección de errores menores.

v1.1:

- Se agregó la aplicación de limpieza de variables.
- Se añadieron botones “Atrás” en algunos menús.